

ISSN 1819-4036

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет

# ***В Е С Т Н И К КрасГАУ***

Выпуск 2

Красноярск 2012

## Редакционный совет

- Н.В. Цугленок* – д-р техн. наук, проф., действ. член АТН РФ, лауреат премии Правительства в области науки и техники, международный эксперт по экологии и энергетике, засл. работник высш. школы, почетный работник высш. образования РФ, ректор – *гл. научный редактор, председатель совета*
- Я.А. Кунгс* – канд. техн. наук, проф., засл. энергетик РФ, чл.-корр. ААО, СО МАН ВШ, федер. эксперт по науке и технике РИНКЦЭ Министерства промышленности, науки и технологии РФ – *зам. гл. научного редактора*
- А.С. Донченко* – д-р вет. наук, акад., председатель СО Россельхозакадемии – *зам. гл. научного редактора*

## Члены совета

- М.Б. Абсалямов*, д-р культурологии, проф.  
*А.Н. Антамошкин*, д-р техн. наук, проф.  
*Г.С. Вараксин*, д-р с.-х. наук, проф.  
*Н.Г. Ведров*, д-р с.-х. наук, проф., акад. Междунар. акад. аграр. образования и Петр. акад. наук и искусства  
*С.Т. Гайдин*, д-р ист. наук, и.о. проф.  
*Г.А. Демиденко*, д-р биол. наук, проф., чл.-корр. СО МАН ВШ  
*Н.В. Донкова*, д-р вет. наук, проф.  
*Н.С. Железняк*, д-р юрид. наук, проф.  
*Н.Т. Казакова*, д-р филос. наук, проф.  
*Н.Н. Кириенко*, д-р биол. наук, проф.  
*Н.Н. Лукин*, д-р филос. наук, проф.  
*А.Е. Луценко*, д-р с.-х. наук, проф., чл. совета РУМЦ, ГНЦ СО МАН ВШ  
*Ю.А. Лютых*, д-р экон. наук, проф., чл.-корр. Рос. инженер. акад., засл. землеустроитель РФ  
*А.И. Машанов*, д-р биол. наук, проф., акад. РАЕН  
*В.Н. Невзоров*, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАЕН  
*И.П. Павлова*, д-р ист. наук, доц.  
*Н.И. Селиванов*, д-р техн. наук, проф.  
*М.Д. Смердова*, д-р вет. наук, проф., акад. советник РАТН, чл.-корр. СО МАН ВШ  
*Н.А. Сурин*, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАСХН, засл. деятель науки РФ  
*Д.В. Ходос*, д-р экон. наук, доц.  
*Г.И. Цугленок*, д-р техн. наук, проф.  
*Н.И. Челелев*, д-р техн. наук, проф.  
*В.В. Чупрова*, д-р биол. наук, проф.  
*А.К. Шлепкин*, д-р физ.-мат. наук, проф.  
*Л.А. Якимова*, д-р экон. наук, доц.

Журнал «Вестник КрасГАУ» включен в утвержденный ВАК Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

---

Адрес редакции: 660017, г. Красноярск,  
ул. Ленина, 117  
тел. 8-(3912)-65-01-93  
E-mail: rio@kgau.ru

Редактор *Н.А. Семенкова*  
Компьютерная верстка *А.А. Иванов*

---

Подписано в печать 16.02.2012      Формат 60x84/8  
Тираж 250 экз.      Заказ № 1623  
Объем 32,25 усл.п.л.

---

Подписной индекс 46810 в Каталоге «Газеты. Журналы» ОАО Агентство «Роспечать»  
Издается с 2002 г.

*Вестник КрасГАУ. – 2012. – №2 (65).*

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-14267 от 06.12.2002 г.  
ISSN 1819-4036



## МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА

УДК 599.15

А.Н. Зырянов, В.А. Тюрин

### К МЕТОДИКЕ УЧЕТА БЛАГОРОДНОГО ОЛЕНЯ (CERVUS ELAPHUS L.) ПО ГОЛОСАМ «НА РЕВУ»

*Авторами статьи на основании многолетних материалов исследований протекания гона благородного оленя (марала, изюбря), а также анализа литературных источников, разработана и предложена унифицированная методика для проведения учета оленей по голосам ревущих самцов в Южной Сибири.*

**Ключевые слова:** благородный олень, марал, изюбрь, учёт, численность, гон (рев).

A.N. Zyryanov, V.A. Tyurin

### TO THE TECHNIQUE OF THE RED DEER (CERVUS ELAPHUS L.) ACCOUNT ON VOICES «ON THE ROAR»

*The unified technique for conducting the deer census on voices of the roaring males in Southern Siberia is developed and offered by the authors of the article on the basis of long-term research materials of red deer (Siberian stag, Manchurian deer) estrum and the reference analysis*

**Key words:** red deer, Siberian stag, Manchurian deer, census, number, estrum (roar).

**Введение.** Учет благородного оленя (марала, изюбря) «на реву» – наиболее перспективный и доступный метод оценки численности оленей на территориях заповедников, заказников, реже он применялся в охотничьих хозяйствах из-за недостаточной методической обоснованности, изученности территорий [1–4,6,8,9].

До начала учета необходимо собрать наиболее полные сведения о структуре изученных популяций, поскольку результаты подсчета оленей напрямую зависят от соотношения количества ревущих быков к суммарному числу самцов-молчунов, самок и молодняка на учетной площадке. Знание такого соотношения позволяет определить пересчетный коэффициент и рассчитать плотность населения данного вида на территории охотничьего хозяйства и ООПТ, заложив достаточное число учетных площадок, и экстраполировав данные на площади свойственных угодий.

Для учета благородного оленя «на реву» пригодна большая часть гор юга Сибири и Дальнего Востока, а также другие территории России, где проведена интродукция благородных оленей. Учёту способствует относительное постоянство «точков», где режут быки. Преимущество метода учет «на реву»: с помощью подготовленных учетчиков и использованием вездеходной техники можно в короткие сроки обследовать большие площади, даже в пересеченной местности со сложным рельефом, что особенно важно для учетов оленей в горных регионах. Метод учета «на реву» рекомендуется применять для определения численности благородного оленя (марала, изюбря) в период гона и на ограниченных площадях охотничьих хозяйств и региональных ООПТ.

**Цель исследований.** Разработка унифицированной и одновременно наиболее доступной методики учета благородного оленя, позволяющей в течение относительно короткого периода (25–30 дней) охватывать учетом и оценивать ресурсы данного вида, состояние популяций на различных территориях и перспективы их рационального использования.

**Материалы и методы исследований.** Материалы собраны в Восточном Саяне, в заповеднике «Столбы», прилегающих районах, включающих верховья рек Маны, Кана, Агула, и в Забайкалье (Республика Бурятия). Всего затрачено 420 полевых дней (суток), выявлено 1124 гонных «быков» оленей на общей площади 752 тыс. га. Использовались различные методические подходы к выявлению ресурсов оленей: тропление суточных следов, учет на пробных площадках, визуальный учет на открытых горных склонах, учет по количеству кучек зимних экскрементов, учет по голосам ревущих самцов. Учет «на реву» может использо-

ваться в значительно более широких масштабах в спортивных и промысловых охотничьих хозяйствах, в том числе для проверки точности оценки численности животных методом зимних маршрутных учетов (ЗМУ) на территориях субъектов РФ.

**Результаты исследований и их обсуждение.** *Характеристика прохождения гона благородного оленя и сроки учета.* В Сибири гон благородного оленя проходит в основном в вершинах сопок, в верховьях ключей и небольших рек или в молодых гарях, с сильно разросшимся травостоем из вейников, кипрея и осок.

На территории Восточного и Западного Саяна маралы предпочитают сопки со смешанными сосново-пихтово-еловыми, кедрово-сосново-лиственничными или лиственничными лесами, с зарослями ольхи, березы, осины. Обычно это небольшой «становик» - «стрелка» (так называют водораздел, гривку охотники) между двумя ручьями протяженностью 1–2 км и более.

На юго-востоке ареала (Красноярский край), в среднем течении, в верховьях р. Маны, междуречье Кана и Агула, олени проводят гон на небольших отрогах, возвышающихся на высоте 400–900 м над уровнем моря, по их притокам. Утром и вечером они пасутся на увалах (предпочитают каменисто-злаково-полынные), а днём уходят в сивера, в заросли молодого березняка, ольхи. Также маралы предпочитают сосняки на южных и юго-восточных склонах с акацией, спиреей и небольшими лесными полянами (солнопеки, марьяны, убуры).

Сроки гона у благородного оленя мало различаются в пределах Сибири. Активность гона зависит главным образом, от упитанности зверей, состояния погоды, наличия кровососущих насекомых и других факторов. Обычно гон малоактивен после суровых многоснежных зим и летней засухи.

Брачный период благородных оленей можно разбить на несколько стадий: начало гона и образование «токов», формирование «гаремов», разгар «рева» и спаривание, окончание гона.

Определяют начало гона погодные условия глубокой осени, связанные с заметным похолоданием. В заповеднике «Столбы» эта фенологическая дата – 11 сентября [3]. Охотники-старожилы считают началом рева Семенов день – 14 сентября, хотя первых ревущих изюбрей иногда слышно и раньше.

К середине сентября взрослые быки становятся особенно беспокойными. Они выходят на сглаженные небольшие отроги хребтов, валяются в грязи лесных ручьёв и часто, найдя молодое деревце высотой 1,5–2 м (лиственницу, сосну, пихту и др.), трутся о нее рогами, бодают её, обдирая кору, и копытят землю. Моховой покров в таких местах бывает выбит копытами до земли. Охотники называют эти участки токами. Точки располагается на галечнике ключа среди лесной чащи, на открытой лесной поляне или на вершине увала. Каждый самец занимает свой определённый участок и придерживается его весь период гона. Первыми начинают реветь молодые самцы, которые обладают тонким тембром голоса, что очень важно для различия зверей при проведении учета в период гона.

По характеру рева опытные охотники различают, имеет ли бык самок или нет. Рано утром в ясную морозную погоду звук ревущего самца слышен на 3–4 км. Рев начинается хрипловатыми, низкими нотами, постепенно усиливается, делает два-три перехода, оканчивается как бы уханьем (резко обрывается). В отличие от европейских оленей, у которых брачные крики состоят из серий звуков, у изюбрей и маралов он сливается в одиночный и более высокочастотный нарастающий крик.

Начало рева совпадает с первыми заморозками, пожелтением и опаданием хвои лиственниц. Первые звуки обычно слышны вечером перед заходом солнца или утром перед восходом. Через 3–5 дней начинают реветь взрослые самцы (3,5–4,5 года и старше), называемые «ревунами». Самки в этот период покидают подросших телят и начинают концентрироваться в местах, где будет проходить гон. Прошлогодние телята, «зорголы» также отделяются от самок.

В двадцатых числах сентября «рев» активизируется. Взрослые самцы в это время теряют осторожность, начинают усиленно преследовать самок и часто ревут. Интервал между ревом в утренние и вечерние часы в ясную морозную погоду составляет 5–15 мин. В ночное время олени кричат через 30–40 мин. Особенно часто кричат самцы, когда в районе тока концентрируются несколько быков.

Утренний рев начинается активно с 5 ч и продолжается до 8–9 ч, а иногда в хорошую погоду до 10 ч. Вечером олени обычно ревут с 20–21 ч до наступления темноты. В сырую дождливую осень, в снег благородные олени ревут плохо, иногда после сильных снегопадов молчат до недели. В хорошую сухую погоду рев возобновляется. В отдельные теплые пасмурные дни олени кричат целый день. После выпадения снега, с наступлением хорошей солнечной погоды рев активизируется. Некоторые самцы в возрасте 2,5 года не ревут. Охотники называют их «одинцами» или «молчунами».

Разгар рева и его наивысшая активность в отдельные годы совпадают с массовым осенним пролётом гусей-гуменников (19–23 сентября). В этот период начинается формирование гаремов. Сильные быки сгоняют несколько самок в одно стадо и с этого момента, как говорят охотники, начинают «пасти» его. Между самцами в момент формирования гаремов происходят ожесточенные драки, во время которых они наносят друг

другу раны, увечья, ломают отростки, стволы рогов и сплетаются рогами. Иногда самцы смертельно ранят друг друга, и один из них или оба погибают. Формирование «гаремов» обычно завершается к 25 сентября. Размеры их различны и составляют от одной-двух до пяти-семи самок.

Размеры стад в начале гона значительно меньше, чем в конце. Объясняется это тем, что крупные самцы в возрасте 4,5–5,5 лет и старше вытесняют самцов 3,5 лет и присоединяют самок в свое стадо. В последние годы участились случаи, когда во время гона быки практически не режут. Вначале это объясняли погодными условиями, засушливыми годами, участвовавшими в весенне-летнее время массовыми пожарами. На самом деле причина здесь в другом. Целенаправленный отстрел крупных самцов в период пантовки, во время гона и в зимний промысловый сезон заметно уменьшили их численность. В популяции изменилось соотношение полов в сторону увеличения количества самок. На фоне общего уменьшения численности самцов происходит быстрое формирование «гаремов», без конкуренции среди них, и самцы практически не кричат.

Подмечено, что один самец может удерживать пять и более самок только при небольшой концентрации режущих зверей на данном участке гона. Этим объясняется то обстоятельство, что некоторые самцы не дерутся и угоняют самок в другое место.

В начале октября рев еще продолжается довольно интенсивно. Ночью звери кричат с интервалом 1–3 раза в час. Утром рев начинается с 7 ч и продолжается до 10 ч. Вечером первый крик самцов слышен с 17–18 ч. В первой декаде октября благородные олени еще хорошо откликаются на трубу, иногда даже уходят со своего участка до полукилометра, но в драку не вступают. Половая активность резко снижается во второй декаде октября, хотя отдельные крики самцов можно услышать в конце октября и даже в начале ноября. Продолжительность гона, по нашим подсчетам, составляет 25–30 дней. Причина растянутости гона – появление повторной течки у самок [7].

Перечисленные факторы следует принимать во внимание при ведении учета благородного оленя «на реву». Приводим в качестве примера образец заполнения дневниковых записей и карточки во время проведения учёта изюбрей «на реву» в Алтачейском федеральном заказнике (Республика Бурятия) в сентябре 2009 г.:

*«Учетные работы проводились одновременно на двух учетных площадках (УНП) в два периода. Выезжали на двух автомобилях в места наиболее благоприятные для «рёва».*

*Первая группа проводила учёт УНП№1 на перевале из пади «Алтачей» в падь «Алентуй», с этой УНП охватывались учётом пади «Алтачей», «Алентуй», «Грязнуха», «Осиновая», «Матюшин ключ» и «Б-Сибильдуй».*

*Вторая группа проводила учетные работы на перевале из пади «Ср-Сибильдуй», «Сухая», «Чёрная речка».*

*В этом году рёв начался в ночь с 14.09 на 15.09, начало рёва было активным, отмечалось много «режущих» быков. Затем произошёл спад активности «рёва» из-за погодных условий, ветреной и пасмурной погоды.*

*Первый выезд на учётные работы 20 сентября. Рёв проходил активно, на двух УНП было зарегистрировано 18 самцов-режущих. Второй выезд был сделан 5 октября, на двух УНП было зарегистрировано 15 самцов.*

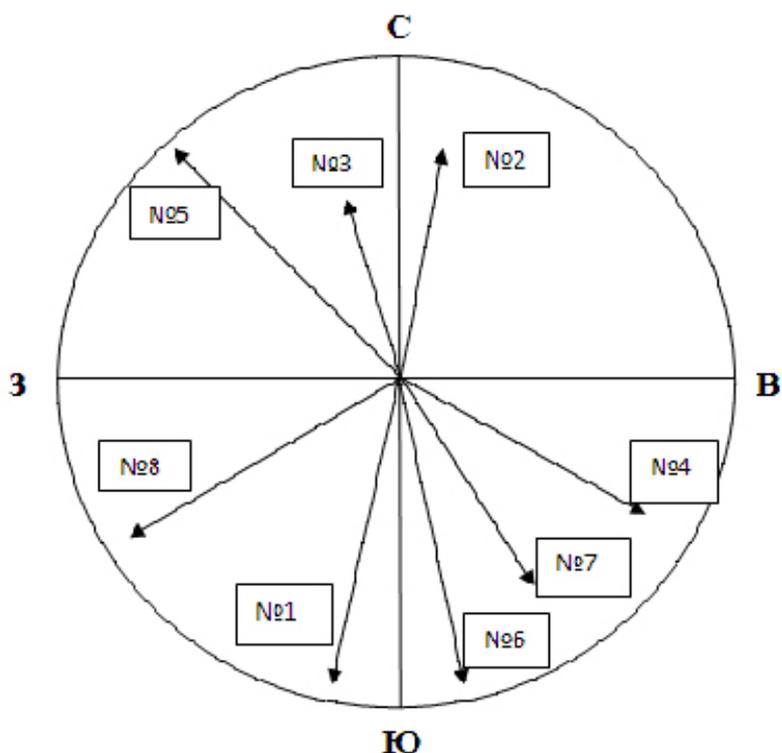
*Учетом были охвачены благоприятные для прохождения «рёва» уголья, сходные с прошлым годом. «Гон» проходил менее активно, чем в предыдущем году, связано это, по нашим предположениям, с неблагоприятными погодными условиями (дождём и снегопадом). По количеству набродов и встреч животных на дорогах и открытых местах ситуация мало чем отличается от прошлого года, когда «рёв» проходил активнее. В итоговую таблицу включены максимальные цифры (показатели) учета за выезд».*

### Ведомость учета зверей на площадке № 1

Субъект РФ Республика Бурятия  
 Административный район Мухоршибирский  
 Охотничье хозяйство или ООПТ заказник «Алтачейский»  
 Площадь учетной площадки (га) 2,5 тыс. га

Краткая характеристика погодных условий 19:00 – температура воздуха 15°C, тихо ветра нет, трава пожухла, хвоя лиственницы и других лиственных пород пожелтела от предыдущих на днях заморозков. 00:00 – тихо ветра нет, луна, прохладно, температура воздуха 0°C. 6:00 – тихо, ветра нет, температура воздуха – 2°C, упал иней.

Дата учета 20.09.2009г. Время учета с 19:00 до 8:00 ч.



Время учёта	№ ревущего быка / количество ревов													Погодные условия	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
21:00–21:30 и т.д.	3	5	4	7	6	8	3	2							Ветра и осадков нет

Подпись старшего учетчика \_\_\_\_\_

*Обработка учетных данных.* По каждой учетной площадке старшим учетчиком составляется ведомость (прил. 1), в который обобщаются полученные учетные данные.

По материалам первичных учетных ведомостей ответственный за учетные работы составляет сводную ведомость (прил. 2).

Для определения общей численности оленей в охотхозяйстве или ООПТ количество учетных самцов умножаем на переводной коэффициент 3,2 (количество самцов-молчунов, или одинцов, молодняка и самок), полученный в результате многолетних исследований А.Н. Зырянова (1975) в заповеднике «Столбы». Этот показатель может меняться в зависимости от условий зимовки, что бывает редко (за период с 1966 по 1981 г. подобное происходило трижды). После холодной и многоснежной зимы 1969 г. численность молодняка снизилась, и коэффициент пересчета пришлось уменьшить до 3,0 и, наоборот, при благоприятных условиях размножения ряда лет он увеличивался до 3,4 (начало 1990-х годов). Целесообразно опытным путем уточнять пересчетный коэффициент путем регистрации визуальных встреч. Полезно и подманивать ревущих самцов для уточнения состава гарема, при этом лучше вести наблюдения вдвоем. Опытный вабелщик подзывает рогача, а учетчик выдвигается вперед, выбирает более открытое место, затаивается и наблюдает за приближающимися или уходящими оленями. Необходимо для уточнения пересчетного коэффициента использовать весь массив встреч зверей во второй половине лета, когда самки выходят на кормежку вместе с телятами.

В заповеднике «Столбы» насчитывали в 1970–1980 гг. на 47,2 тыс. га до 78–85 ревущих маралов, оценивая общее поголовье оленей в 250–270 голов.

В заказнике «Алтачейский» (Республика Бурятия) в 2009 г. по данным учётов «на реву» насчитано 18 ревущих самцов. Стадность изюбрей в угодьях с открытыми ландшафтами выше, чем в лесистых угодьях

Восточного Саяна, и был использован пересчетный коэффициент 3,5. Расчетная численность благородного оленя на территории заказника «Алтачейский» составила 63 особи.

При вялом течении гона следует вносить поправки на недоучет, количество молчунов и обязательно использовать ходовые маршрутные учеты (на влажной почве следы различимы по полу и возрасту).

На основании данных учёта рассчитываются соответствующие показатели плотности ( $P_a$ ) населения зверей и данные экстраполируются на всю свойственную для вида территорию охотничьего хозяйства или ООПТ, где велся учет.

$$P_a = \frac{n_1 + n_2 + n_3}{s_1 + s_2 + s_3} * K,$$

где  $n_1, n_2, n_3$  – количество ревуших быков на каждой площадке, особей;

$s_1, s_2, s_3$  – площади всех учетных площадок, га;

$K$  – пересчётный коэффициент – 3,2 (3,0–3,5).

Численность ( $N_a$ ) зверей на территории данной зоны экстраполяции рассчитывается по следующей формуле:

$$N_a = P_a * S_a,$$

где  $P_a$  – плотность данного вида по зоне;

$S_a$  – площадь свойственных угодий охотхозяйства или ООПТ, га.

Итоговая численность благородного оленя в административном районе либо на другой территории складывается из показателей численности по каждому охотхозяйству или ООПТ:

$$N = N_a + N_b + N_c + \dots = Nn.$$

Полученные оценки численности заносятся в сводную ведомость результатов учетов в охотхозяйстве, выполненных различными методами. Итоговый отчет содержит картосхему размещения учетных площадок по территории хозяйства или ООПТ, объем выполненных учетов, результаты учетов (прил. 2–3), а также краткие комментарии полученных оценок численности зверей.

Ответственный за учеты охотничьих животных в районе, используя материалы отчетов охотхозяйств и ООПТ о проведении учетов «на реву», наносит границы учетных площадок на карту района и закрашивает их выбранным цветом (штриховкой) в соответствии с показателем плотности населения зверей на площадке. Составленные таким образом картограммы используются для выделения зон экстраполяции в пределах административного района. На территории, где не проводился учет, зоны для экстраполяции определяются экспертным путем. Необходимо, кроме результатов учета «на реву», использовать другие сведения (данные зимнего маршрутного учета, карты охотничьих угодий и др.). Площади выделенных зон экстраполяции измеряются по карте. Численность зверей в каждой зоне определяется умножением показателя плотности на площадь зоны и суммируется при подведении общих итогов.

**Выводы и рекомендации.** *Условия проведения учетных работ и размещение учетных площадок.*

При планировании размещения учетных площадок по территории необходимо располагать информацией о пространственном распределении благородного оленя в период гона и примерное нахождение «точков». Используя карту охотхозяйства (топографическую, охотустроительную, лесную), распределяют учётные площадки. Учетные точки располагают сообразно с элементами рельефа в вершинах распадков или на второстепенных хребтах, в местах наибольшей слышимости, на расстоянии не менее 5–6 км одна от другой. Рев благородного оленя можно услышать на расстоянии 4–5 км и более, но в условиях пересеченного рельефа, обычного для среднегорной тайги и высокой лесистости насаждений, удается точно различить голоса и определить направление лишь в диаметре территории (круге) радиусом 2–2,5 км, диаметром до 5 км. Таким образом, учетчик из одной точки держит под наблюдением площадь около 20 км<sup>2</sup>, или 2,0 тыс. га.

По карте измеряется площадь каждой учётной площади. Площади удобнее всего вычислять по электронным топографическим картам, например, таким, как «Электронные карты России» (в свободной продаже), карты GPS-навигаторов, карманных персональных компьютеров (КПК) или мобильных телефонов с функцией GPS. Площадь, охваченная учётом, может определяться и опытным путём: внесением корректив

на пересечённость местности, погодные условия (в тихую погоду слышимость лучше, чем в ветреную и дождливую).

При использовании спутникового навигатора «привязка» к квартальной сети необязательна. Размер такой учетной площадки определяется с помощью спутникового навигатора и компьютерной программы (современные модели навигаторов могут измерять площадь).

При планировании учетных площадок необходимо также предусмотреть возможность совмещения учета «на реву» с визуальным учётом зверей на открытых склонах гор, а также проведения дополнительных наблюдений близ солонцов и на них, чтобы подсчитать число посещаемых их зверей [8]. Комплексный учет позволит охотхозяйству и ООПТ получить наиболее достоверную оценку ресурсов благородного оленя.

Создание постоянной системы учетных площадок следует планировать при проведении внутрихозяйственного охотустройства. Постоянство мест их расположения дает возможность более точно оценивать динамику рева и в итоге получить сравнительные данные по численности благородного оленя.

После подбора учетных площадок составляется карта-схема хозяйства с нанесенными на ней учетными площадками в масштабе 1:100000. При использовании электронной карты, для каждой учетной площадки указываются координаты ее крайних точек.

*Проведение учета «на реву».* Администрации охотхозяйства необходимо до начала учетов провести подготовительную работу, которая заключается в том, чтобы:

1. Назначить ответственного исполнителя за проведение учетных работ.
2. Запланировать автотранспорт либо верховых лошадей для доставки учетчиков в уголья, спутниковый навигатор.
3. Обеспечить участие в учетных работах необходимого числа штатных сотрудников хозяйства и других учетчиков (из числа охотников).
4. Обеспечить учетчиков необходимым оборудованием: манком, имитирующим крик самца, блокнотами для записей, компасами, карандашами, по возможности рациями.

Лицо, ответственное за проведение учетных работ в охотничьем хозяйстве или ООПТ, комплектует бригады учетчиков, проводит инструктаж, обеспечивает учетчиков необходимым оборудованием и снаряжением, обеспечивает автотранспорт для доставки исполнителей к учетным площадкам, назначает ответственных за выполнение учётов (старших учетчиков).

Задачи старшего учетчика: обеспечение выполнения правил техники безопасности; расстановка учётников на учётных площадках; сбор учетных записей от исполнителей; заполнение ведомости учета на площадке.

Проведение учётных работ в каждом конкретном случае выполняется исходя из конкретных экологических и погодных условий, сложившихся на момент учета.

До начала учета руководитель работ наносит места учета на карту, так, чтобы равномерно охватить всю площадь хозяйства. Сам учет проводится на постоянных точках в два периода. Учетчики находятся на местах с 19 ч вечера до 8 ч утра следующего дня.

Запись количества услышанных голосов ведется по полчаса в вечерние (19–20 ч), ночные (24–01 ч) и утренние часы (7–8 ч). Число голосов, количество и местонахождение оленей и другие сведения заносятся в специальные карточки. Как показала практика, удобнее вести учет вдвоем: один человек подсчитывает число ревов, второй – записывает данные и отмечает время. Опытный вабелщик, имитируя голос оленя, может активизировать ответный рев [1]. Хорошо зарекомендовал себя также маршрутный учет с применением манка в вечерние, утренние, а иногда и дневные часы. Егеря или госинспекторы ООПТ ведут учет через сутки, если места рева находятся относительно близко от кордонов. Руководитель группы учетчиков, как правило, уходит в поле на большой срок и совмещает ночные учеты с дневными, контрольными на маршрутах. При подсчете общего числа участвующих в гоне маралов наносят на карту места рева самцов, выбирая максимальные цифры за 1 день учета. Если с разных точек слышали рев в одном и том же месте (определяется путем пересечения направлений, откуда слышался рев с разных точек, нанесенное на планшет), считают, что ревел один марал. Учитываются также индивидуальные особенности рева, тональность и сила голоса, характер ревов и другие отличительные подробности [3].

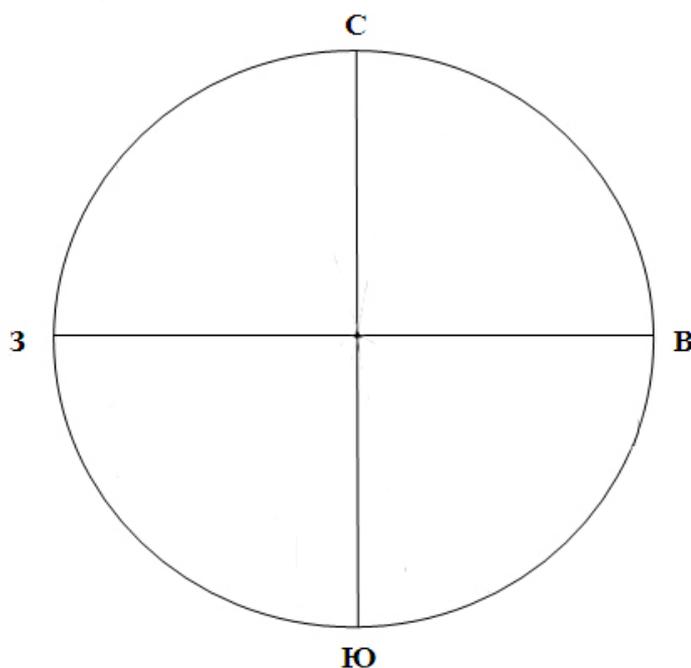
**Заключение.** Настоящая методика позволяет проводить учет благородного оленя, обитающего в любых природных зонах, в том числе на особо охраняемых территориях, в организованных охотничьих хозяйствах и в общедоступных охотничьих угольях. При строгом выполнении изложенных выше рекомендаций достигается и основная цель: выяснение численности животных и размещения их в пределах охотничьих хозяйств и особо охраняемых природных территорий. Решается и практическая задача: научить специалистов охотхозяйств и работников ООПТ навыкам работы в полевых условиях, вести ежегодные учеты, мони-

торинг состояния популяций, оценивать ресурсы и давать обоснованные рекомендации по использованию одного из красивейших животных сибирской горной тайги – благородного оленя.

Приложение 1

**Ведомость учета зверей на площадке № \_\_\_\_\_**

Субъект РФ \_\_\_\_\_ Административный район \_\_\_\_\_  
 Охотничье хозяйство \_\_\_\_\_ Площадь учетной площадки (га) \_\_\_\_\_  
 Дата учета \_\_\_\_\_ Время учета с \_\_\_\_ до \_\_\_\_ ч.



Время учёта	№ ревущего быка / количество ревков													Погодные условия	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		

Подпись старшего учетчика \_\_\_\_\_

Приложение 2

**Сводная ведомость расчета численности благородного оленя**

Субъект РФ \_\_\_\_\_ Административный район \_\_\_\_\_  
 Охотничье хозяйство \_\_\_\_\_

Учетная площадка №	Размер учетной площадки, тыс. га	Учтено, особей	Плотность населения, особей/тыс. га
1			
Всего			

Ответственный за учетные работы \_\_\_\_\_

Численность благородного оленя по результатам учетов в 201\_\_ г.

Субъект РФ \_\_\_\_\_ Административный район \_\_\_\_\_  
Название охотничьего хозяйства или ООПТ \_\_\_\_\_

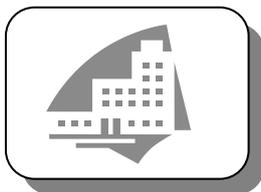
Оценка численности зверей разными методами, особи					
Учёт «на реву»	ЗМУ	Прогон	Авиаучет	Учет на подкормочных площадках	Опросы

Ответственный за учетные работы \_\_\_\_\_

Литература

1. *Дулькейт Г.Д.* Вопросы количественного учёта животных // Тр. гос. заповед. «Столбы». – Красноярск, 1967. – Вып. 6. – С. 33–118.
2. *Жарков И.В.* Методы учёта численности копытных в заповедниках РСФСР // Науч.-метод. зап. Гл. управления по заповедникам. – М., 1949. – Вып. 13. – С. 35–41.
3. *Зырянов А.Н.* Дикие копытные животные заповедника «Столбы» и прилежащих районов // Вопросы экологии: тр. гос. заповед. «Столбы». – Красноярск, 1975. – Вып. 10. – С. 224–338.
4. *Котовщикова М.А.* Материалы по учёту и биологии крымского благородного оленя // Тр. Крымского гос. заповедника. – Крым, 1936. – Вып. 1. – С.113–188.
5. *Крутовская Е.А., Буторина Т.Н.* Календарь природы заповедника «Столбы». – Красноярск, 1975. – С. 77–179.
6. *Насимович А.А.* Основные направления в разработки методов количественного учёта диких копытных // Ресурсы фауны промысловых зверей в СССР и их учёт. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 64–83.
7. *Самойлов Е.Б.* Записки охотоведа. – Чита: Поиск, 2004. – 296 с.
8. *Смирнов М.Н.* Методы учета численности и общие принципы планирования отстрела диких копытных животных в Южной Сибири. – Красноярск, 1993. – 27 с.
9. *Смирнов М.Н.* Благородный олень в Южной Сибири. – Красноярск: Изд-во СФУ, 2006.





УДК 338.45

Л.А. Якимова, Т.И. Островских

### ПОДХОДЫ К ИНВЕСТИРОВАНИЮ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*В статье рассмотрены особенности развития кондитерской промышленности, проблемы инвестиций в основной капитал. Предложен методический подход к инвестированию в новейшие технологии в кондитерской промышленности.*

**Ключевые слова:** кондитерская промышленность, инвестиции в основной капитал, система финансирования.

L.A. Yakimova, T.I. Ostrovskikh

### APPROACHES TO THE FIXED CAPITAL FORMATION AT THE CONFECTIONERY INDUSTRY ENTERPRISES

*The confectionery industry development peculiarities, the issues of the fixed capital formation are considered in the article. The methodical approach to investment into the latest technologies in the confectionery industry is offered.*

**Key words:** confectionery industry, fixed capital formation, financing system.

С переходом на рыночные отношения в пищевой промышленности возник ряд проблем, обусловленных утратой хозяйственных связей и управления в отрасли, многократным снижением реальных доходов населения в 90-х годах прошлого века, высоким уровнем инфляции и ростом цен на производственные ресурсы, развалом сырьевой базы. В настоящее время экономическая ситуация в отрасли несколько улучшилась, однако большинство проблем до сих пор не решено.

Пищевая промышленность представляет собой комплексную отрасль промышленности, перерабатывающую преимущественно сельскохозяйственное сырье и производящую пищевые и вкусовые продукты. Данная отрасль имеет колоссальное социально-экономическое значение, поскольку не только удовлетворяет потребности населения в важнейших продуктах питания, но и отражает уровень жизни в стране. Необходимо учитывать, что современная ситуация в мире характеризуется, с одной стороны, наличием огромного числа голодающих в развивающихся странах, а больше всего в африканских странах, с другой – избыточным производством продуктов питания в развитых странах, где проживает не больше 20 % населения планеты. Развивающиеся страны не способны обеспечить население собственным продовольствием в соответствии с физиологическими нормами питания, вынуждены импортировать его, в том числе на условиях обмена на стратегические материальные ресурсы, драгоценные металлы и значительных политических уступок. Таким образом, производство продуктов питания выступает своеобразным индикатором экономической ситуации в стране.

Учитывая повсеместный спрос на продовольственные товары, предприятия пищевой отрасли являются многочисленными в мировой промышленности и включают как небольшие производственные предприятия, так и транснациональные корпорации. Пищевая промышленность имеет сложную структуру и насчитывает около 40 специализированных отраслей, которые вместе с соответствующими отраслями сельского хозяйства формируют агропромышленный комплекс. В состав пищевой промышленности России входит свыше 25 тысяч предприятий различных форм собственности, а в отраслевой структуре промышленного производства она занимает одно из лидирующих мест. По способу обработки сырья и полуфабрикатов, т. е. в зависимости от применения технологии и специфики производственного оборудования, пищевая промышленность подразделяется на отрасли с преобладанием биохимического, микробиологического и химического производства (жировая, спиртовая и свеклосахарная промышленность) и отрасли с преобладанием механи-

ческой обработки предметов труда (сахарорафинадная, кондитерская, ликеро-водочная, вторичное виноделие, мукомольная, макаронная).

Кондитерская отрасль является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей пищевой промышленности. За последние годы потребление кондитерских изделий возросло с 8,5 до 10 кг в год на человека. Достигнутый уровень производства обеспечивает уровень потребления значительно ниже уровня потребления, достигнутого в 90-х годах, – 19,5 кг в год, т. е. потенциальный объем рынка превышает текущий как минимум в два раза [3].

Кондитерская промышленность входит в десятку бюджетобразующих отраслей пищевой промышленности и, начиная с 2001 года, ежегодно обеспечивает поступление в доходную часть бюджета страны более 17 млрд руб., одновременно удовлетворяя как внутренние потребности населения, так и экспорт продукции за рубеж. По объему выпуска кондитерской продукции отрасль занимает 4-е место в общем объеме производства пищевой продукции. В ней занято около 10 % работников пищевой промышленности и сосредоточено 8 % основных производственных фондов. Производство и потребление кондитерской продукции в России увеличилось за последние 50 лет в несколько раз и составляет сегодня примерно 3,5 кг в год на душу населения. Ежегодно российские граждане потребляют около 500 тыс. т карамели, 770 тыс. т мучных кондитерских изделий и 325 тыс. т шоколада. Сегодня кондитерская промышленность является одной из наиболее привлекательных как для российских, так и для иностранных инвесторов, поскольку в России традиционно высок уровень потребления кондитерских изделий.

Ассортимент кондитерской продукции представлен сегодня значительным количеством ее видов, среди которых основными являются шоколад и изделия из него, мучные кондитерские изделия, карамель, зефир, пастила, мармелад и др. Кондитерская промышленность – один из крупнейших потребителей продукции сахарорафинадной и мукомольной промышленности. Сегодня мощности российских кондитерских предприятий составляют около 3,5 млн т продукции в год, однако они недостаточно загружены из-за большого количества импортной продукции. Наиболее остро эта проблема проявляется в таком сегменте кондитерской продукции, как шоколад и изделия из шоколада. Усилившиеся в западных странах тенденции к переходу на здоровое питание с увеличением в рационе белковых продуктов и снижением углеводсодержащих заставляют иностранных производителей искать возможности сбыта своей продукции и организации новых производственных мощностей на территории России. Среди крупных иностранных поставщиков шоколадной продукции на российский рынок транснациональные компании *Nestle*, *Kraft Foods* и *Mars*. Компания *Nestle* при этом принадлежат контрольные пакеты акций ряда крупных российских производителей кондитерских изделий, на мощностях которых осуществляется производство фирменной продукции компании.

Из российских производителей кондитерской продукции наибольшая доля рынка принадлежит кондитерским объединениям «Рот Фронт», «Красный Октябрь», «Сладко», концерну «Бабаевский» и другие, деятельность которых сегодня характеризуется не только увеличением ассортимента и качества продукции, но и созданием сети собственных фирменных магазинов в ряде крупных городов России [1].

Начиная с 2001 года, в отдельных отраслях пищевой промышленности наметилась положительная динамика, однако сегодня по-прежнему характерен ряд существенных проблем, среди которых:

- существенный износ основных производственных фондов в целом по пищевой отрасли;
- значительная доля импорта отдельных продовольственных товаров;
- дефицит собственных и кредитных финансовых ресурсов;
- недостаточный объем инвестиций в передовые производственные технологии и техническое перевооружение пищевых предприятий.

Высокий уровень износа основных производственных фондов в кондитерской промышленности является наиболее важной проблемой, в результате чего оборудование используется неэффективно, возрастает себестоимость продукции, снижается ее ценовая конкурентоспособность с зарубежными аналогами. Снижение эффективности использования основного капитала приводит к снижению уровня эффективности производства в целом и, как следствие, предприятие испытывает недостаток собственных оборотных средств. Вместе с тем создать экономику более высокого уровня технологического развития невозможно на морально устаревшей производственной базе. Нельзя полностью перешагнуть стадию инвестиционного (экстенсивного) развития и перейти сразу к экономике инновационной, так как для создания новых технологий и продуктов требуются качественно новые ресурсы (трудовые, производственные, финансовые). Особое место в развитии инноваций на предприятиях кондитерской промышленности занимают инвестиции. Это приобретение техники и технологий для производства продукции с улучшенными потребительскими свойствами.

Система финансирования инновационных проектов в кондитерской подотрасли пищевой промышленности включает:

- источники поступления финансовых средств для осуществления инновационных проектов;

- механизм аккумуляции средств, поступивших из различных источников;
- политику (принципы и процедуры) вложения мобилизованного капитала;
- механизм контроля за использованием инвестиционных ресурсов;
- механизм возвратности авансированных в инновационные процессы средств.

При решении задачи распределения инвестиционных ресурсов необходима оценка состояния предприятия, рассматриваемого в качестве объекта инвестирования:

- экспресс-диагностика финансовой состоятельности по основным параметрам деятельности;
- детализированный анализ финансовой состоятельности и финансовой устойчивости;
- выбор и обоснование стратегии развития;
- прогнозирование финансовых результатов и направлений их использования;
- формирование эффективной политики управления производственно-хозяйственной деятельностью;
- оптимизация управленческих решений.

Оценивая инвестиционный потенциал своего предприятия, руководитель определяет возможности вложения средств в основной капитал с целью повышения его эффективности. Здесь предприятиям кондитерской промышленности следует принять важное стратегическое решение, что приобретение новейших технологий потребует аккумулирования значительных финансовых средств за достаточно короткий срок. Для наиболее эффективного использования финансовых вложений потребуется тщательное изучение рынка новых технологий и детальный анализ базы данных организаций, специализирующихся на инновационных технологиях [2].

Инновации в кондитерской промышленности подразделяют на производственные (новые технологии), социально-экономические (новая организация труда, повышение производительности труда, повышение эффективности использования основного капитала, снижение себестоимости производства и издержек обращения), финансовые (новый финансовый продукт, новая финансовая операция и др.).

Наиболее значимая сфера инвестиционной деятельности предприятий кондитерской промышленности – это вложения средств в новейшие технологии, позволяющие повысить эффективность использования основного капитала. Таким образом, классификацию инвестиционной деятельности на предприятиях кондитерской отрасли, представленную на рисунке, можно дополнить элементом инвестиционно-инновационной деятельности.



Классификация инвестиционной деятельности на предприятиях кондитерской промышленности

В представленной классификационной схеме инновационная деятельность является одной из форм осуществления инвестиций в основной капитал и занимает промежуточное положение между собственно инновационной деятельностью и инвестициями экстенсивного развития. Целью этой деятельности является приспособление предприятия к требованиям рынка (уже существующему спросу), и осуществляется она преимущественно в производственно-сбытовой деятельности кондитерской промышленности [4].

Одна из главных задач экономической науки состоит в разработке эффективного механизма осуществления инвестиционной деятельности предприятий кондитерской промышленности, который позволит рационально использовать ограниченные финансовые ресурсы и создать основу для дальнейшего инновационного развития. Для этого необходимо решить целый комплекс задач:

- проанализировать имеющиеся теоретические разработки и практический опыт стимулирования инвестиционной и инновационной деятельности;
- определить основные особенности инвестиционных и инновационных процессов в экономике, отрасли;
- сформулировать принципы построения управления инвестиционной и инновационной деятельностью;
- разработать методический инструментарий, применение которого позволило бы повысить точность и обоснованность принимаемых решений.

Реализация инвестиционной деятельности экстенсивного развития включает в себя предпроектную стадию инвестиционной деятельности (разработку финансового плана капитальных вложений, оформление проектных отношений), проектные работы, технико-экономические отношения (подготовка производства, освоение проектной мощности объекта, выпуск и сбыт продукции).

Разрабатывая финансовый план капитальных вложений, необходимо в первую очередь оценить потенциал и финансовые возможности предприятия, используя при этом инструменты, позволяющие оптимально сформировать необходимый объем инвестиций и эффективно их использовать. Учитывая, что инвестиции должны использоваться на действующих предприятиях, в рамках инновационно-инвестиционного проектирования оцениваемый проект следует рассматривать не изолированно, а как составляющий элемент инвестиционной и инновационной стратегии предприятия, его реализующего. Исходя из этого, при формировании технико-экономического обоснования проекта в основной капитал следует осуществлять систематизацию, структурирование и ранжирование, с одной стороны, с другой – факторов внешнего окружения проекта, в наибольшей степени зависимых от его реализации.

Применение такого рода процедур позволит оценить степень взаимной интегрированности проекта и предприятия, его реализующего, точнее идентифицировать уровень значимости проекта, подобрать механизмы проектного менеджмента.

### Литература

1. *Ананьев М.А.* Формирование интегрированных хозяйственных структур продуктового типа // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – № 1. – С. 85–94.
2. *Магомедов М.Д., Куламзина Е.Ю., Чайкина И.И.* Экономика и организация производства (пищевая промышленность). – СПб.: РАПП, 2008.
3. *Магомедов М.Д., Заздравных А.В., Афанасьева Г.А.* Экономика пищевой промышленности: учеб. – М.: Дашков и К, 2010. – 232 с.
4. *Охорзина Ю.О.* Создание новых продуктов на предприятиях пищевой промышленности // Пищевая пром-сть. – 2007. – № 3. – С. 22–23.



## РЕГИОНАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АПК

В статье представлены анализ и стратегии развития сельского хозяйства Красноярского края, а также их инновационно-инвестиционная привлекательность. Предложены направления формирования программно-целевой системы инновационного развития АПК региона.

**Ключевые слова:** SWOT-анализ, стратегия, кредитный механизм, индикаторы.

D.V. Khodos, A.G. Sidelnikov

## REGIONAL STRATEGY FOR THE AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX INNOVATIVE DEVELOPMENT

The analysis and strategy of the Krasnoyarsk region agriculture development and their innovative and investment potential are given in the article. The directions for formation of the program and target system of the region AIC innovative development are offered.

**Key words:** SWOT-analysis, strategy, credit mechanism, indicators.

По современным экспертным оценкам, экономически активные, инвестиционно привлекательные отрасли АПК составляют в среднем только 15–20 %, поэтому аграрная политика должна быть нацелена на оценку и выявление факторов, обеспечивающих продовольственную безопасность, определение приоритетов развития значимых отраслей сельского хозяйства и разработку мер по повышению их инновационно-инвестиционной привлекательности. Сегодня необходимо запустить в полной мере стратегический подход планирования развития сельскохозяйственного производства, основанный на программно-целевых методах управления, который и на уровне регионов и на уровне федерации используется при формировании программ воспроизводства АПК недостаточно эффективно [1–2].

При разработке стратегии развития агропромышленного комплекса региона необходимо выявить проблемы, стоящие перед сельским хозяйством и продовольственным рынком региона, сформировать сильные и слабые стороны участников рыночных отношений в системе агробизнеса. Для этого следует воспользоваться современным методом стратегического анализа по методике SWOT.

Таблица 1

## Стратегический (SWOT) анализ развития сельскохозяйственного производства Красноярского края

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (W)
1. Реализация приоритетного национального проекта "Развитие АПК": - ускоренное развитие животноводства; - развитие малых форм хозяйствования; - обеспечение доступным жильем молодых специалистов (или их семей) на селе; - ФЗ РФ «О развитии сельского хозяйства»; - Государственная программа поддержки сельского хозяйства на 2008–2012 гг. 2. Стабильная государственная поддержка из краевого бюджета. 3. 83 % прибыльных организаций	1. Значительная доля убыточных сельхозорганизаций (17 %). 2. Несформировавшийся рынок зерна, молока, мяса. 3. Диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию при отсутствии регулирования федеральным центром рынка сбыта сельскохозяйственной продукции. 4. Низкая конкурентоспособность продукции из-за технологического отставания многих сельхозорганизаций. 5. Невысокий уровень программно-целевого управления сельским хозяйством края. 6. Удаленность рынков сбыта. 7. Сложные природно-климатические условия ведения сельского хозяйства
Возможности (O)	Угрозы (T)
1. Увеличение объемов экспорта продукции. 2. Рост эффективности сельскохозяйственного производства. 3. Развитие малых форм хозяйствования, организация народных промыслов. 4. Вовлечение в производство неиспользуемых сельскохозяйственных угодий. 5. Стабилизация и увеличение производства картофеля, овощей, плодов	1. Вступление России в ВТО и потеря конкурентоспособности отечественных товаров. 2. Снижение уровня субсидий из краевого и федерального бюджетов. 3. Дальнейшее усиление диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию может привести к банкротству многих предприятий. 4. Зависимость сельскохозяйственного производства от природных факторов. 5. Ограничения на поставку продукции сельхозпереработки на рынки стран СНГ

**Выбор стратегий развития сельскохозяйственного производства Красноярского края**

"Сила" (S)	"Слабость" (W)	
SO	WO	
1. Увеличение производства качественного продовольственного зерна. Развитие молочного и мясного скотоводства, свиноводства. 2. Вовлечение в оборот пустующих сельскохозяйственных земель для создания кормовой базы животноводства	1. Недостаток собственного сырья для загрузки мощностей молоко- и мясоперерабатывающих производств	Возможности (O)
ST	WT	
1. Формирование рынка продовольствия с возможностью регулирования экономических отношений между партнерами агробизнеса	1. Ограничение расширения внутренних рынков сбыта производимой продукции из-за роста объемов импорта на территорию России. 2. Снижение импортных пошлин и государственных субсидий, направленных на поддержку сельского хозяйства при вступлении в ВТО	"Угрозы" (T)

По нашему мнению, учитывая важность сельского хозяйства для Красноярского края, необходимо разработать новую стратегию развития сельского хозяйства, в основе которой создание условий для мобилизации внутренних и увеличение притока внешних инвестиционных ресурсов в сельскохозяйственное производство, создание инновационной инфраструктуры отрасли, привлечение финансовых ресурсов, новых технологий и управленческого мастерства в конкретные инвестиционные проекты для устойчивого развития АПК региона.

Анализ сильных и слабых сторон сельского хозяйства Красноярского края с точки зрения инновационно-инвестиционной привлекательности показывает, что:

- большинство сильных сторон не является преимуществами края, так как они присущи и другим аналогичным регионам;
- большинство преимуществ нейтрализуется недостатками, в частности, изношенностью фондов производства, ограниченностью собственной сырьевой базы, невостребованностью кадрового потенциала, низким уровнем жизни (табл. 3). Таким образом, имидж Красноярского края как региона с высоким ресурсным потенциалом предполагает выполнение ряда организационно-экономических условий.

Таблица 3

**Анализ инновационно-инвестиционной привлекательности сельского хозяйства Красноярского края**

Сильные стороны	Слабые стороны
1	2
1. Выгодное географическое положение. Край занимает выгодное место с точки зрения пересечения транспортных потоков (Транссибирская магистраль)	1. Высокая степень износа основных фондов. Сложившееся положение свидетельствует об ограниченных возможностях значительного числа предприятий осуществлять производство конкурентоспособной продукции
2. Достаточный объем энергоресурсов	2. Завышенная стоимость энерготарифов для собственных товаропроизводителей. Неблагоприятная экологическая ситуация. Сложные природно-климатические условия не благоприятствуют развитию сельскохозяйственного производства в сфере выращивания продовольственного зерна, овощей
3. Интеллектуальный и кадровый потенциал. В крае существует потенциал для развития инновационного производства, благодаря наличию аграрных и среднеспециальных учебных заведений	3. Ограниченная собственная сырьевая база (по отраслям молочного и мясного скотоводства, овощеводства)
4. Благоприятный социокультурный климат и потенциал для развития сельского туризма и малого бизнеса	4. Невысокий уровень жизни сельского населения (проблема многих регионов страны)

1	2
<p>5. Стабильная общественно-политическая ситуация.</p> <p>Край соседствует с регионами, устойчивыми в политическом отношении, со сходным этническим и религиозным составом населения, находится в удаленности от внешних границ Российской Федерации. Регион характеризуется высоким уровнем доверия населения губернатору, правительству Красноярского края, что позволяет проводить целенаправленную социальную и экономическую политику</p>	<p>5. Высокий уровень консерватизма. Консерватизм является характерной чертой менталитета жителей сельских территорий края. Данный факт обуславливается высокой долей сельского населения, склонного к традиционному жизненному укладу. Это, в свою очередь, влияет на инновационное развитие, в том числе АПК</p>
<p>6. Низкий уровень рисков.</p> <p>Ведение бизнеса в Красноярском крае сопряжено с меньшими рисками по сравнению с другими регионами</p>	<p>6. Отсутствие комплексной целевой программы инновационного развития АПК Красноярского края</p>

Наиболее приемлемым этапом стратегии развития АПК можно считать сценарий инновационного развития, ориентированный на качественный экономический рост производства. Переход на такой путь возможен только при максимальной активной государственной аграрной политики федерального и регионального уровней (ФЗ РФ «О развитии сельского хозяйства»).

Вариант инновационного развития предполагает ускоренное освоение инновационных факторов в технологической, управленческой, экономической и социальной сферах АПК. Он должен обеспечить интенсивный рост производства сельскохозяйственной продукции в регионах до уровня рациональных норм потребления. Такой вариант развития основывается на высоких темпах обновления как производственной, так и организационной структуры аграрного производства, реформировании всей системы управления. На этой основе будут созданы предпосылки для повышения производительности труда, стабилизации и роста фондоотдачи.

Переход на данный уровень устойчивого экономического развития непросто. Существует много сдерживающих факторов, но главным из них становится начальный этап формирования государственной аграрной политики и программы развития сельского хозяйства на период 2008–2012 годы.

Инновационное развитие регионального АПК с учетом его инвестиционной привлекательности может быть основано на применении кредитного механизма. Реализация нового механизма кредитования аграрного бизнеса может быть проведена через такую структуру, как региональный фонд поддержки агробизнеса. При этом в качестве обеспечения возвратности кредита могут быть предоставлены отдельные виды исполнения обязательств, как залог, поручительство, банковская гарантия. В случае отсутствия у предприятия имущества, необходимого для залога, возможно кредитование под сопоручительство двух и более лиц. Размер платы за пользование кредитными средствами должен зависеть от размера и срока кредита, представленного обеспечения, направления использования кредита и устанавливаться правлением фонда.

Необходимо сформировать систему управления, обеспечивающую скоординированную работу всех участников кредитно-гарантийной схемы, при этом необходимо выделить первоочередные меры, обеспечивающие:

- ускоренное освоение лизинга, франчайзинга, венчурного инвестирования;
- гарантии крупных предприятий, заинтересованных в интеграционных связях с новыми участниками агробизнеса;
- использование имущества неэффективных и неплатежеспособных предприятий в качестве источника ресурсного обеспечения действующего агробизнеса и создания объектов его современной инфраструктуры.

Отдельно следует подчеркнуть значимость совершенствования системы страхования. Данное направление играет значительную роль ввиду многих рисков, которые возникают при реализации инновационных проектов. В этой связи для интенсивного пути развития сельского хозяйства региона целесообразно, чтобы правительство Красноярского края минимизировало часть рисков. Это возможно путем страхования проектов, реализуемых на основе инновационных разработок. Для вовлечения инвесторов в реализацию инновационного проекта в сельском хозяйстве страховая сумма выделяется из средств Фонда страхования (займ правительства края) и резервируется на депозите в банке.

Выбор главных приоритетов развития АПК должен осуществляться с помощью стратегического планирования развития региона. Одним из действенных инструментов реализации принципов такого планирования становится нормативная база индикативного планирования. В основу методологии индикативного планирования должна быть положена концепция устойчивого воспроизводства и сбалансированного саморазвития многоресурсных систем региона.

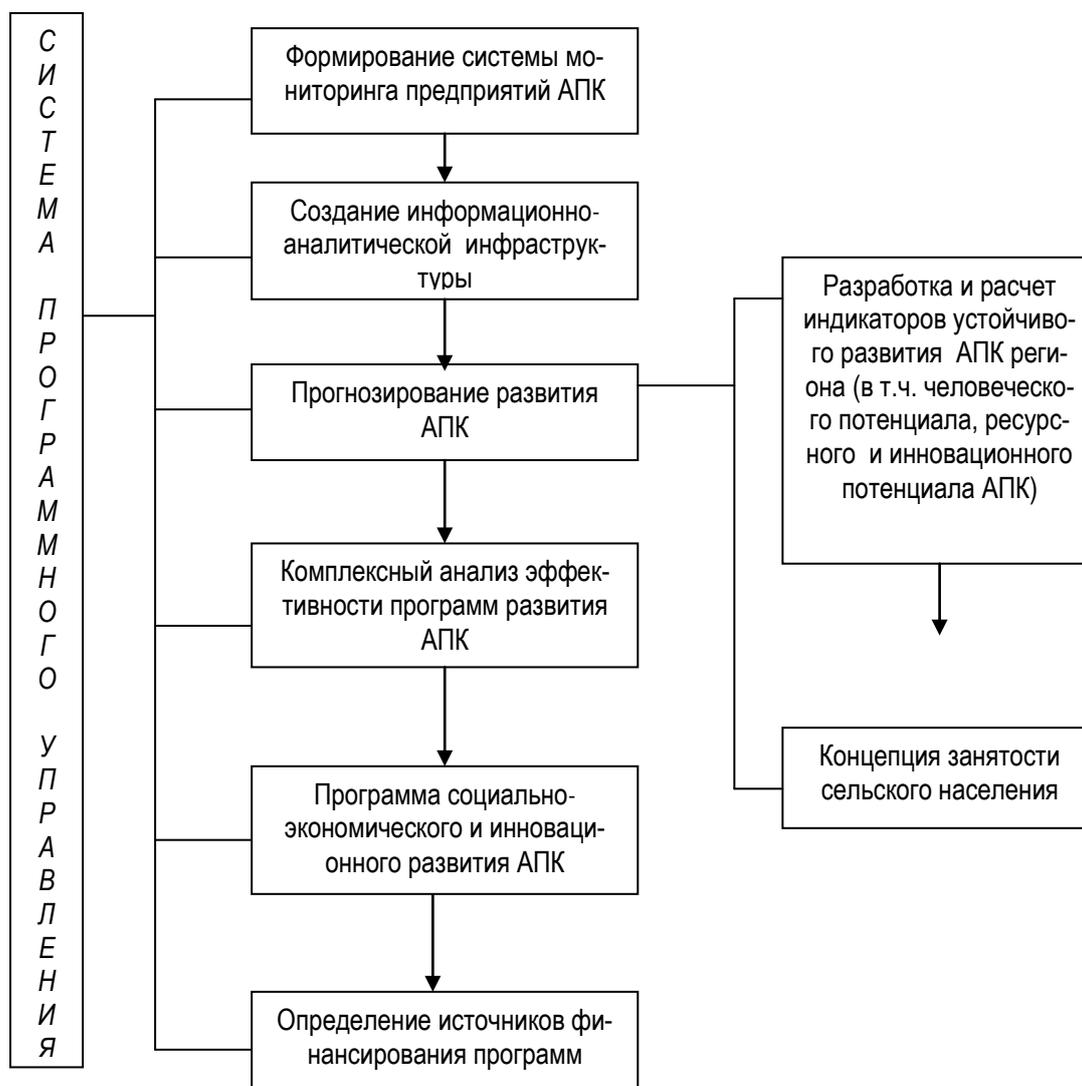
Использование индикаторов в процессе планирования позволит:

- определять «узкие места» и уровень процессов воспроизводства и устойчивого развития многоотраслевой системы региона;
- оценить эффективность действующих экономических механизмов на региональном уровне;
- устанавливать приоритеты и определять наиболее эффективные стратегии развития производственных комплексов региона;
- рассчитывать прогнозы и индикативные планы развития отраслей региона.

Индикативное планирование нами представляется как совокупность этапов и процедур последовательного взаимодействия процессов воспроизводства на разных иерархических уровнях управления региональным АПК:

- на региональном – региональные прогнозы, бюджетные планы и программы территориально-производственных комплексов, отраслей и подотраслей;
- на муниципальном – прогнозы, бюджетные планы и программы местных властей;
- на хозяйственном – стратегические планы комплексного развития предприятий.

Исследования и практика показывают на необходимость формирования системы программного управления устойчивостью социально-экономических систем, без которого применение индикативного планирования не принесет какого-либо ощутимого эффекта. Здесь необходимо соблюдать следующие основные принципы: долгосрочность, приоритетность инновационных, социальных и экологических задач, сотрудничество всех участников отношений в АПК. Исходя из этого нами разработаны пошаговые действия выполнения комплекса взаимосвязанных действий системы программного управления регионального АПК (рис.).



Формирование системы программного управления АПК региона социально-инновационной направленности

Стратегический анализ экономического и инновационного развития АПК Красноярского края позволил сформировать концепцию, цель и программные направления устойчивого развития отраслей сельского хозяйства региона.

Концепция устойчивого развития сельского хозяйства заключается в формировании эффективного конкурентоспособного регионального АПК и его ведущих отраслей сельского хозяйства (животноводства и растениеводства) с целью повышения социально-экономического и инновационного развития сельских территорий, уровня доходов и качества жизни на селе.

Приоритетные направления устойчивого развития АПК Красноярского края:

1. Развитие собственной региональной сырьевой базы.
2. Внедрение новых высокопроизводительных, ресурсосберегающих технологий производства сельскохозяйственной продукции с учетом природно-климатических зон региона.
3. Поддержка и стимулирование товаропроизводителя, повышение эффективности использования средств государственной поддержки.
4. Создание особых экономических зон агропромышленного типа.
5. Создание и развитие интегрированных структур (крупных агрофирм, холдингов и др.).
6. Стимулирование развития личных подсобных хозяйств и малых форм хозяйствования в агропромышленном комплексе.
7. Развитие животноводства в условиях увеличения внутреннего спроса и постепенного импортозамещения на внутренних рынках.
8. Развитие зернового производства, которое будет способствовать росту животноводства и увеличению экспорта.
9. Развитие на базе сельскохозяйственного производства перерабатывающих отраслей промышленности.
10. Повышение качества жизни сельских тружеников, обеспечение занятости сельского населения, рост заработной платы, развитие социальной инфраструктуры села.
11. Привлечение инвесторов в сельскохозяйственное производство.
12. Развитие лизинга (через Росагролизинг) для укрепления материально-технической базы товаропроизводителей, повышение технического оснащения и технологического переоснащения АПК.
13. Развитие центров научного обеспечения АПК и инновационных структур по созданию и освоению нововведений в сельском хозяйстве.
14. Развитие страхования сельскохозяйственных рисков.
15. Создание условий для осуществления предпринимательской, инвестиционной и иной деятельности на продовольственном рынке края.
16. Развитие сети бизнес-инкубаторов (технопарков) как подготовительной площадки для малых предприятий в АПК.
17. Внедрение современных методик по организации подготовки и переподготовки кадров для АПК.

Реализация комплекса намеченных программных мероприятий по развитию АПК края позволит обеспечить выход региона в течение ближайших 5–7 лет на более значимые позиции в Сибирском федеральном округе.

### Литература

1. *Баутин В.М.* Инновационная деятельность в АПК: проблемы охраны и реализации интеллектуальной собственности. – М.: МСХА им. К.А. Тимирязева, 2006. – 455 с.
2. *Санду И.* Активизация инновационной деятельности в АПК // АПК: экономика, управление. – 2005. – № 11. – С. 73–80.



## НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИННОВАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В статье рассмотрены основные подходы к концепции устойчивого развития предприятий. Показана необходимость всех видов инноваций для обеспечения устойчивого развития предприятий, а также в системе взаимоотношений промышленных предприятий с каналами распределения, на примере кондитерской фабрики «Краскон».*

**Ключевые слова:** инновации, развитие предприятий, каналы распределения, кондитерская фабрика «Краскон».

A.V. Rozhkova

## NON-PRODUCTION INNOVATIONS AS AN INSTRUMENT TO ACHIEVE THE ENTERPRISE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

*The basic approaches to the concept of the enterprise sustainable development are considered in the article. The necessity of all kinds of innovations in order to achieve the enterprise sustainable development and the necessity of the system of the industrial enterprise mutual relations with the distribution channels on the example of the confectionery factory "Kraskon" is shown.*

**Key words:** innovations, enterprise development, distribution channels, confectionery factory "Kraskon".

---

Проблеме устойчивого развития производственных предприятий в условиях обострения конкуренции на отраслевых рынках в последнее время начали уделять достойное внимание. Отметим, что практическому решению данной проблемы в производственной сфере предшествовало формирование теоретической концепции устойчивого развития. Содержание данной работы требует обозначить авторский подход к определению основных категорий концепции, так как отсутствует единый подход не только к категориям, но и названиям концепций. В экономической литературе встречаются работы по концепции устойчивого роста [8, с. 35–46], концепции управления, ориентированного на экономическую устойчивость [10], концепции устойчивого развития [11], концепции стратегической устойчивости предприятия [3]. Несмотря на разнообразие названий, можно выделить две основные концепции: концепцию устойчивого роста и концепцию устойчивого развития.

Концепция устойчивого развития экономических систем явилась логическим переходом от экологизации общественного развития к ресурсным проблемам социально-экономического развития, начавшейся в 1970-е годы. Вопросам ограниченности природных ресурсов, а также загрязнения природной среды, которая является основой жизни, экономической и другой деятельности человека, были посвящены научные труды Римского клуба, работа конференций ООН по окружающей среде (Стокгольм, 1972) и по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) [20].

Понятие «устойчивое развитие» («sustainable development») было введено в мировую науку и политику так называемой комиссией Брутланда – Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию (WCED), известной по имени председателя Гру Харлема Брутланда, созданной ООН в 1983 году. Концепция устойчивого развития обозначила связь проблем окружающей среды, человека и природных ресурсов с экономическим и социальным развитием.

Экономическое развитие определяется как экономический процесс, включающий периоды экономического роста, осуществляемого посредством структурных изменений в экономике через индустриализацию и увеличение ВВП и дохода на душу населения, а также экономического спада [12, 13]. Трактовка экономического развития в экономической литературе неоднозначна. Чаще под этим термином понимался экономический рост, являющийся центральной экономической проблемой для всех стран мира.

Несмотря на озабоченность мировой общественности и науки проблемами экологии и ограниченности природных ресурсов, со второй половины прошлого столетия экономическая наука активно развивала концепцию устойчивого роста, которая выступала методологической основой для управления ростом компаний. Концепция применялась и в текущем управлении компанией, и в оценке бизнеса, и в формулировании финансовых стратегий. Как отмечают некоторые авторы, концепция особенно актуальна в периоды неустойчивости экономики, может быть применена как в динамическом моделировании малого бизнеса, так и анализе

крупных предприятий [8, с. 36]. В период поглощения и слияния компаний одной из основных целей концепции устойчивого роста стало обоснование и прогнозирование увеличения рыночной капитализации как основного фактора обеспечения конкурентоспособности.

Между тем современные экономические условия (насыщение многих товарных рынков, изменение предпочтений потребителей и, как следствие, гиперконкуренция) стали приводить к кризисным ситуациям. Некоторые авторы считают, что мировой экономический кризис сам явился следствием развития эйфории от длительного экономического роста [19].

Реальная практика функционирования производственных предприятий потребовала смены экономической парадигмы, различающей категории «рост» как увеличение количественных показателей и «развитие» как качественное изменение объектов. Как образно сказал В. Андрианов: «Когда что-то «растет», оно становится больше количественно, когда что-то «развивается», оно становится качественно иным» [2].

В рамках современной концепции развития под ростом понимается количественное расширение масштабов экономики обычно с сохранением сложившихся пропорций между рядом основных показателей экономики, под развитием – необратимый, направленный процесс, сопровождаемый качественным изменением состояния объекта [6]. Таким образом, экономический рост обратим, что проявляется в периодически возникающих экономических спадах, следуя законам цикличности. Развитие необратимо. И положительное и отрицательное развитие невозможно вернуть, так как ведет к качественным изменениям социально-экономических систем.

Кризисные ситуации в экономике, приведшие к кризису многих производственных предприятий, функционирующих на высококонкурентных рынках, привело к изменению взглядов на развитие социально-экономических систем. Чаще стали высказываться предложения не о максимизации прибыли или роста эффективности деятельности, а о необходимости сохранить свое присутствие на рынке и не допустить банкротства. Это обусловило обращение ученых к теории устойчивости применительно к коммерческим социально-экономическим системам. Отметим, что эффективность и устойчивость проявили себя как противоречивые стороны процесса развития компаний.

Анализ работ по проблемам поведения предприятий в условиях риска и неопределенности внешней среды показал, что часть работ посвящена экономической устойчивости функционирования предприятий, под которой некоторые авторы понимают способность сохранить объемы реализации продукции длительный период времени при различных изменениях потребительского спроса [9].

Всплеск внимания к практической проблеме обеспечения устойчивого функционирования организаций в последнее время обусловлен экономическим кризисом и нахождением путей выхода из него. Как следствие, актуальным вектором научных исследований становится концепция устойчивого развития. Отметим, что существует два направления концепции: устойчивое экономическое развитие, устойчивое социальное развитие. В контексте наших исследований будут рассмотрены подходы к определению сущности концепции устойчивого экономического развития.

Одни авторы определяют, что в основе устойчивого экономического развития лежит экосбалансированная экономика, основное отличие которой заключается в построении взаимоотношений между экологическими и экономическими системами разного уровня с учетом долгосрочных последствий таких взаимоотношений [18]. В основе традиционной экономики лежат интересы потребителей, реализация которых является доминирующим фактором развития. Экосбалансированная экономика рассматривает потребности человека как один из факторов развития социально-экономических систем. Однако развитие потребностей должно происходить в рамках естественных возможностей окружающей среды. То есть концепция устойчивого экономического развития имеет в своей теоретической основе ресурсный подход.

Другие авторы считают, что с точки зрения теории экономической устойчивости главное в концепции устойчивого развития то, что впервые были связаны термины «устойчивость» и «развитие» и использованы не в противопоставлении, а совместно. Была прервана традиционная логическая цепь – устойчивость суть неизменность суть противоположность изменениям, суть которых необходимое условие развития [10]. Концепция устойчивого развития акцентировала внимание на динамическом характере отношений этих терминов и привнесла в формирование теории устойчивого развития следующее:

- устойчивость приобрела выраженный стратегический характер как необходимое условие долговременного развития социально-экономических систем;
- долговременная устойчивость формируется с опорой на собственные ресурсы, в то время как использование ресурсов из внешних источников должно иметь целью текущую устойчивость, рост оборота, прибыли и рентабельности.

Анализ литературы по концепции устойчивого развития показал ее использование как методологической основы исследования развития экономики на разных уровнях – макро-, мезо- и микроуровне. Одним из

актуальных направлений исследований становится уровень организаций [1,15,16,21]. Отметим, что концепция устойчивого развития предприятий строится на методическом подходе, рассматривающем их как открытые социально-экономические системы.

Контент-анализ научных работ по данной теме показал, что авторами признается динамичность устойчивости предприятий, стратегическая направленность на долговременное функционирование, разнообразие факторов, влияющих на устойчивое развитие предприятий, которые классифицируются на эндогенные и экзогенные факторы. Разнообразие эндогенных факторов и условий устойчивого развития предприятий позволили выделить целые группы: финансовая устойчивость, технологическая (инновационная) устойчивость, организационная устойчивость [3].

Принимая всё разнообразие предложений авторов по экзогенным факторам устойчивого развития предприятий, отметим, что мы поддерживаем точку зрения тех, кто одним из основных экзогенных факторов влияния на устойчивое развитие предприятий определяет отраслевую конкуренцию [14].

Дискуссионным остается один из важных вопросов, имеющий не только теоретическое, но и практическое значение: каковы показатели, позволяющие проводить оценку устойчивого развития производственных предприятий. В литературе рассматриваются разные показатели, которые можно разделить на эндогенные и экзогенные. К эндогенным показателям устойчивого развития относят продажи, показатели финансовой устойчивости, текучесть кадров и прочее, к экзогенным показателям – рыночную позицию как долю рынка и потребительскую позицию как устойчивое восприятие потребителями образа марки, репутации и имиджа компании. Отметим, что не всегда отмечается корреляция между известностью торговой марки и уровнем продаж. Проводимые авторами исследования известности торговой марки «Краскон» показали ее высокую известность у населения г. Красноярск (почти у 90 % респондентов), но невысокий уровень покупок (покупают кондитерские изделия около 75 %, макаронные – около 40 %).

Учитывая необходимость обеспечения менеджмента простыми и прозрачными показателями устойчивого развития предприятий в конкурентной рыночной среде, авторы предлагают использовать экономические показатели, которые бы позволили оценить динамику спроса, то есть динамику продаж продукции предприятий как интегрированного показателя результата функционирования и конкурентоспособности предприятий. Показатель финансовой устойчивости, на наш взгляд, усложняет определение рыночного поведения предприятий, так как на финансовую устойчивость влияют не только продажи, но и эффективность управления затратами.

Используя методический подход к исследованию устойчивого развития предприятий, автором были проведены прикладные исследования устойчивого развития местных предприятий пищевой промышленности. Конкуренция на региональных рынках кондитерско-макаронных изделий обострила проблемы устойчивого развития местных товаропроизводителей. Так, Красноярская кондитерская фабрика «Краскон» ощутила результаты обострения конкуренции – динамика объемов продаж основной товарной группы «кондитерские изделия» с 2005 г. иллюстрирует неустойчивость, а с 2007 г. – тенденцию к снижению. Таким образом, в 2010 г. продажи кондитерских изделий компании «Краскон» снизились по сравнению с 2005 г. на 16,7 % (рис.1).

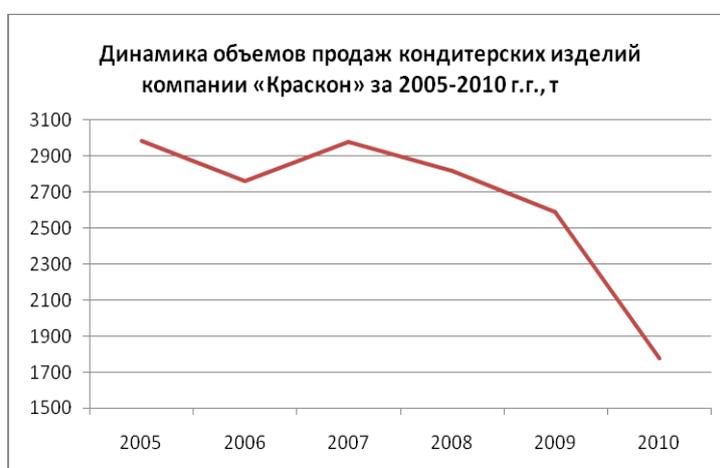


Рис. 1. Динамика объемов продаж кондитерских изделий компании «Краскон» за 2005–2010 гг.

Анализ проведенного в фирменных магазинах компании «Краскон» опроса покупателей позволил выявить причины снижения спроса на продукцию как следствие снижения ее конкурентоспособности, главными из которых являются высокие цены на кондитерские изделия (указали 33 % респондентов) и качество продукции (указали 26 % респондентов).

Интервьюирование специалистов компании позволило выявить, что в кондитерской промышленности удельный вес сырья в себестоимости продукции составляет 84 %. Использование компанией «Краскон» экологически чистого сырья для производства конфет приводит к повышению цен. Несмотря на такую проблему, руководство компании не собирается менять сырье и, таким образом, цены. Поэтому компании следует искать другие инструменты для повышения конкурентоспособности кондитерских изделий. Одним из важнейших факторов, обеспечивающих удовлетворенность потребителей кондитерскими изделиями, является качество и вкусовые характеристики. Специалисты кондитерской промышленности утверждают, что потребители обращают внимание, прежде всего, на качество продукции, а затем – на цены [4]. Однако компании «Краскон» следует повышать конкурентоспособность продукции для увеличения спроса, обеспечивая тем самым устойчивое развитие не только за счет улучшения качества продукции, но и используя другие инструменты.

Одним из главных инструментов обеспечения конкурентоспособности промышленных предприятий в условиях новой экономики являются инновации [17]. Существуют исследования, доказывающие, что активная инновационная деятельность предприятий является важнейшим условием устойчивого развития предприятий [5].

Анализ литературы по проблемам инновационной активности предприятий показывает, что достаточно часто инновации для обеспечения конкурентоспособности и устойчивого развития рассматриваются узко, в основном как производственные или технологические инновации, обеспечивающие выпуск новых продуктов и услуг. Между тем сфера применения инноваций в промышленных предприятиях значительно шире и может распространяться не только на производство, но и сбытовую и маркетинговую деятельность. В последнее время достаточно активно развиваются исследования в области управления взаимоотношениями. Некоторые авторы полагают, что инновации в отношениях с потребителями, поставщиками, посредниками и партнерами обеспечивают устойчивое функционирование предприятий на высококонкурентных рынках [7].

Анализ производственной деятельности компании «Краскон» показал, что она регулярно занимается выпуском новых кондитерских изделий. Так, за период с 2007 по 2010 г. в среднем в год выпускалось по 8 наименований конфет. В 2011 г. уже выпущено 8 наименований. Их анализ показал, что инновации затронули не только группу «конфеты», но и «вафли» и «мармелад». Выведение новых товаров фабрики «Краскон» объясняется необходимостью расширения предложения продукции компании для обеспечения устойчивого спроса на продукцию компании.

Отметим, что инновационная активность компании распространяется только на производственные инновации. Между тем состояние спроса на продукцию фабрики «Краскон» показывает, что возможности экономического роста компании за счет эндогенных производственных инноваций исчерпаны. Компании требуются непроизводственные инновации.

Поиск непроизводственных инноваций для роста конкурентоспособности продукции компании «Краскон» показал, что приоритетными являются инновации в системе распределения, касающиеся фирменной торговли.

Компания «Краскон» имеет собственную фирменную торговлю, представленную в г. Красноярске тремя магазинами, что дает ей определенные конкурентные преимущества. Во-первых, цены на продукцию компании «Краскон» в магазинах фирменной торговли ниже в среднем на 25 % по сравнению с ценами на эту же продукцию в других магазинах. Во-вторых, фирменная торговля обеспечивает продвижение товаров компании «Краскон» в сегменте кондитерских изделий регионального рынка.

Между тем анализ взаимодействия компании с фирменными магазинами показал, что существующая практика требует оперативных инноваций, так как интеграционный потенциал взаимодействия используется неэффективно. Во-первых, они осуществляются только в рамках распределения продукции, то есть магазины используются как места продажи продукции фабрики. Во-вторых, осуществляются в рамках договоров трансакций, по сути, являясь контрактными взаимоотношениями. Наш взгляд, существующее взаимодействие является долгосрочным, но не является партнерским, сущность которого заключается в совместном использовании ресурсов [1, 15, 16, 21].

Функции фирменной торговли компании «Краскон» ничем не отличаются от функций розничной торговли. Существующая технология взаимодействия компании «Краскон» с фирменными магазинами не позволяет использовать всю систему маркетинговых инструментов. Это снижает эффективность взаимодействия и приводит к снижению продаж продукции не только фабрики, но и фирменных магазинов (рис. 2).

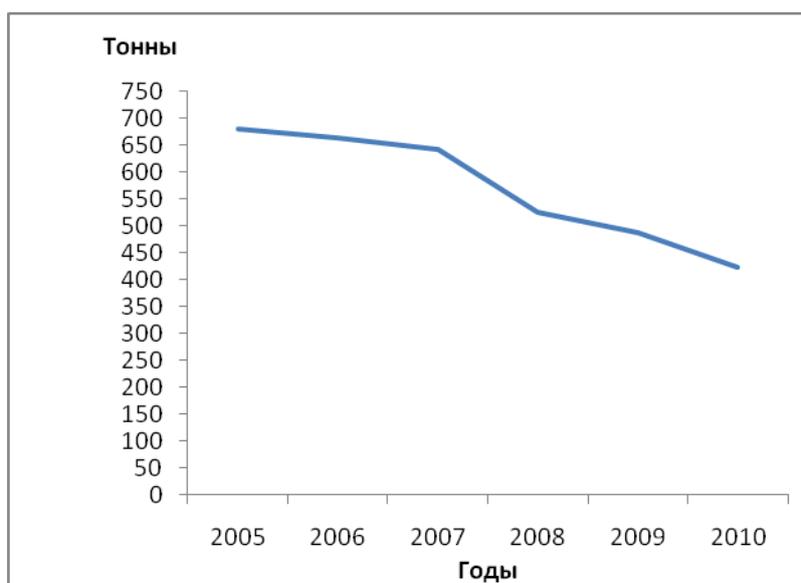


Рис. 2. Динамика объемов продаж кондитерских изделий фирменных магазинов компании «Краскон» за 2005–2010 гг.

Инновации взаимодействия компании «Краскон» с фирменной торговлей, на наш взгляд, должны осуществляться на основе интегрированного подхода, заключающегося в использовании всех маркетинговых инструментов: маркетинговых исследований и комплекса маркетинга. Это позволит компании решить проблемы конкурентоспособности продукции, снизить затраты на проведение маркетинговых исследований и улучшить уровень обслуживания в фирменных магазинах.

Инновация во взаимодействии компании «Краскон» и фирменной торговли, на наш взгляд, заключается в трансформации фирменной торговли в лабораторию маркетинга компании «Краскон» с функциями продажи.

В рамках лаборатории может быть сформирована система взаимодействий в области внедрения товарных инноваций, в области распределения и продвижения продукции компании.

Кроме того, это дает возможность формирования маркетинга партнерских взаимоотношений, предусматривающих использование ресурсов каждого из участников взаимодействий в производстве и сбыте продукции компании «Краскон».

Внедрение технологий маркетинга партнерских взаимоотношений в рамках лаборатории маркетинга позволит увеличить объем продаж и компании и фирменных магазинов за счет технологий интегрированных маркетинговых коммуникаций.

Интегрированные маркетинговые коммуникации как инновационные инструменты маркетинга позволят кондитерской фабрике «Краскон» и магазинам фирменной торговли:

- формировать у потребителей знания о выводимых на рынок новых продуктах за счет информационного обеспечения технологических инноваций;
- стимулировать рост продаж продукции фабрики «Краскон» за счет информационного обеспечения сбытовой функции;
- обеспечить комплексную оценку удовлетворенности покупателей качеством продукции компании и качеством обслуживания покупателей фирменных магазинов за счет интеграции маркетинговых исследований.

Таким образом, нетехнологические инновации компании «Краскон», заключающиеся в интеграции функций участников цепочки в системе «производство – фирменная торговля», могут обеспечить устойчивое развитие в условиях высококонкурентного рынка кондитерских изделий.

### Литература

1. *Алексеевко Н.В.* Устойчивое развитие предприятий мясной промышленности и роли органов внутренних дел в его обеспечении: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – М., 2007.
2. *Андреанов В.* Административная реформа: Мировой исторический опыт и российские реалии // Маркетинг. – 2004. – № 5. – С. 11.
3. *Бараненко С.П., Шеметов В.В.* Стратегическая устойчивость предприятия. – М.: Центрполиграф, 2004.
4. *Грацесул К.* Опыт построения партнерских взаимоотношений с разными типами магазинов (на примере кондитерской фабрики «Красный Октябрь») // Маркетинговые коммуникации. Продвижение товаров в местах продаж [Электронный ресурс] // www. Grebennikov.
5. *Калужный В.Д.* Формирование стратегий устойчивого развития предприятия в условиях освоения инноваций: на примере предприятий пищевой промышленности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Воронеж, 2009.
6. *Клейнер Г.* Микроэкономические факторы и ограничения экономического роста // Вопросы экономики. – 2004. – № 6. – С. 29.
7. *Куц С.П., Смирнова М.М.* Управление взаимоотношениями с ключевыми поставщиками: можно ли анализировать взаимодействие через распределение ответственности? // Новые направления развития маркетинга взаимодействия и партнерские отношения: докл. междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд. Дом ГУ ВШЭ, 2008. – С. 25–60.
8. *Лимитовский М.А.* Устойчивый рост компании и эффекты леввериджа // Российский журнал менеджмента. – 2010. – № 2. – С. 35–46.
9. *Медведев В.А.* Глобализация экономики: тенденции и противоречия // Мировая экономика и международные отношения. – 2004. – № 2. – С. 13–120.
10. *Михалев О.В.* Экономическая устойчивость хозяйственных систем: методика и практика научных исследований и прикладной анализ. – СПб., 2010.
11. *Морковина С.С.* Обеспечение устойчивого развития малого предпринимательства в сфере промышленного производства: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Воронеж, 2008.
12. *Нуреев Р.* Теории развития: Новые модели экономического роста // Вопросы экономики. – 2000. – № 9. – С. 136–157.
13. *Нуреев Р.* Теории развития: Новые модели экономического роста // Вопросы экономики. – 2000. – № 10. – С. 134–154.
14. *Ревазов Б.В.* Формирование механизма устойчивого развития предприятий сахарной промышленности региона в условиях конкуренции: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Краснодар, 2010.
15. *Рукин Б.П.* Управление экономически устойчивым развитием организаций и корпоративных объединений: монография. – Воронеж: Истоки, 2007.
16. *Сафин Ф.М.* Экономическая устойчивость как доминирующая парадигма развития организаций промышленности: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Воронеж, 2008.
17. *Сорокин Д.Е.* Национальная конкурентоспособность российской экономики // Конкуренция: стратегии, тактика, модели, обучение: мат-лы конф. – М., 2008.
18. Устойчивое экономическое развитие в условиях глобализации: монография / под ред. *В.В. Попова*. – М.: Наука, 2004.
19. Устойчивое экономическое развитие в условиях глобализации и экономики знаний: концептуальные основы теории и практики управления/ под ред. *В.В. Попкова*. – М.: Экономика, 2007.
20. Электронный ресурс: [www.cosd.ru](http://www.cosd.ru).
21. *Яруллина Г.Р.* Управление устойчивым экономическим развитием предприятий промышленного комплекса: теория и методология: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – Казань, 2011.

УДК 331.108 (571.51)

Ю.И. Колоскова

### ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*В статье рассматриваются особенности формирования человеческого капитала сельских территорий Красноярского края. Автор анализирует состояние человеческого капитала, приводит данные мониторинга социально-трудовых отношений, складывающихся в сельской местности.*

**Ключевые слова:** человеческий капитал, сельские территории, уровень жизни, факторы формирования человеческого капитала.

Yu.I. Koloskova

### PECULIARITIES OF HUMAN CAPITAL ASSET FORMATION ON THE RURAL TERRITORIES IN KRASNOYARSK REGION

*The peculiarities of human capital asset formation on the rural territories in Krasnoyarsk region are considered in the article. The author analyzes the human capital asset condition, gives the monitoring data of socially-labor relations that develop on the rural territories.*

**Key words:** human capital asset, rural territories, living standard, factors of human capital asset formation.

---

Изучение человеческого капитала на сегодняшний день определяется необходимостью нового взгляда на человека и его жизнь как на главное достояние российского общества и один из важнейших факторов достижения экономического прогресса. Для России, делающей шаги в становлении инновационной экономики, важно осознать ключевую роль человеческого капитала. Гигантский по своему значению и социальному смыслу переход страны к новой стадии инновационного развития имеет крупное общецивилизационное содержание, что является началом переосмысления российской реальности.

Развитие человеческого капитала, повышение его качеств позволяет решать многочисленные социально-экономические проблемы, ускорять инновационное развитие региона. Человеческий капитал является основным источником многочисленных новаций и перемен в обществе, фактором его совершенствования перехода к новому качеству, получает воплощение в развитии сфер жизни общества.

Для комплексного исследования формирования и развития человеческого капитала в сельской местности необходимы не только статистические данные, но и данные, которые характеризуют качество и уровень жизни сельского населения [1].

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 18 июля 1994 г. №846 «Об организации Всероссийского мониторинга социально-трудовой сферы села», начиная с 1995 г., в стране организована государственная система непрерывного наблюдения социально-трудовых процессов. Необходимость организации мониторинга в аграрной сфере, предусматривающего выборочные исследования, обусловлена тем, что на сегодняшний день не существует отчетности по проблемам села. В Красноярском крае исследование по проблемам сельских жителей проводилось нами с 2003 года.

Исследования проходили по следующим направлениям:

- социально-демографические процессы в сельской местности;
- материальное благосостояние сельского населения;
- социально-психологический климат в деревне.

Объектом мониторинга являлся человеческий капитал сельских территорий. Социологический опрос проводился в 34 районах Красноярского края.

Были изучены их главные составляющие для человеческого капитала: демографические, экономические, социокультурные, инновационно-предпринимательские факторы.

Для оценки состояния человеческого капитала сельских территорий использовались факторы формирования человеческого капитала через проведенный нами мониторинг социально-экономической сферы села.

По данным исследований, по сравнению с 2009 годом доля сельских респондентов, оценивающих свое здоровье как очень хорошее и хорошее, значительно снизилась, а наличие хронических заболеваний было отмечено у 45 % опрошенных (табл. 1).

Таблица 1

**Самооценка сельских населением состояния своего здоровья (2010 г.), %**

Вариант ответа	Всего	В том числе в возрасте, лет		
		16–30	31–59	60(55) и старше
Очень хорошее	3,4	6,1	3,2	0,8
Хорошее	30,4	49,5	29,9	5,3
Удовлетворительное	52,6	38,8	57,2	53,5
Плохое	10,2	2,4	7,2	32,6
Очень плохое	1,4	0,5	0,5	5,6
Затрудняюсь с ответом	2,1	2,8	2,0	2,1

Как показывают данные опроса, в 70 % случаев жители села для лечения обращаются за бесплатной медицинской помощью в государственные медицинские учреждения. При низких доходах достаточно высока доля тех, кто прибегает к платным медицинским услугам. На формировании человеческого капитала отражается фактор рождаемости. В рамках проведенного нами мониторинга 90 % опрошенных не ожидают всплеска рождаемости на селе даже благодаря комплексным государственным программам по стимулированию рождаемости. Среди молодых пар (16–30 лет) 33,9 % не имеют детей, 38,5 % имеют одного ребенка, 21,4 – двоих, 3,9 – троих, 2,3 % имеют более трех детей. Число молодых семей вообще не планирующих иметь детей или иметь одного ребенка составляет 19,8 %. Основными причинами, по которым молодые семьи не хотят иметь детей или откладывают их рождение, является плохое материальное положение, неудовлетворительные жилищные условия, желание продвинуться по службе (табл. 2).

Таблица 2

**Изменение материального положения жителей села за последний год по оценке респондентов, %**

Вариант ответа	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Улучшилось	16,7	22,4	25,6	15,8	16,6
Осталось без изменения	41,8	50,3	50,9	45,4	48,4
Ухудшилось	27,9	18,8	14,5	29,4	26,6
Затрудняюсь с ответом	13,5	8,5	9,0	9,4	8,4

С 2009 года тенденция роста положительных субъективных оценок в изменении положения сельских семей прервалась. Доля респондентов, указавших, что их материальное положение за истекший год улучшилось, упала до 15,8 % в 2009 году и до 16,6 % – в 2010 году, при этом вырос удельный вес респондентов у которых, по их мнению, семейный достаток снизился.

Большинство сельских жителей не очень довольны своим материальным положением – 37,3 %, крайне недовольны материальным положением 15,3 %, затрудняются с ответом 6 %, очень довольны лишь 5 %.

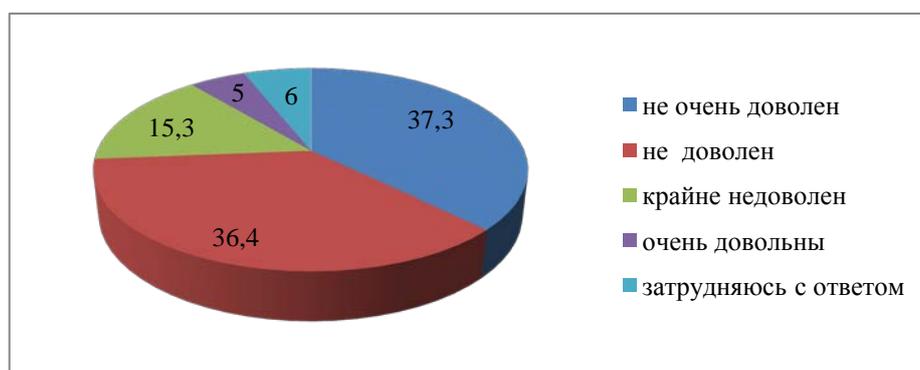


Рис.1. Распределение мнений респондентов об удовлетворенности своей жизнью, %

Доля респондентов, оценивающих свой достаток как соответствующий качеству и уровню жизни в 2009 г., снизилась до 31,6 % против 35,9 % в 2008 г. и 34,6 % – в 2007 году. Вместе с тем вырос удельный вес полагающих, что их материальное положение социально несправедливо, хуже того, что они заслуживают. Удельный вес «недовольных» достиг 54,2 %, что создает угрозу социальной дестабилизации на селе. Заниженная самооценка («положение лучше того, что заслуживаем») сохраняется у менее 2 % жителей села (табл. 3).

Таблица 3

**Самооценка соответствия материального положения тому, что заслуживает сельское домохозяйство, %**

Вариант ответа	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	В том числе в возрасте, лет		
					16–30	31–59	60(55) и старше
Положение лучше того, что заслуживаем	1,5	1,6	1,8	1,7	1,6	2,0	1,2
Имеем то, что заслуживаем	34,6	35,9	31,6	31,7	36,4	30,9	29,0
Положение хуже того, что заслуживаем	51,4	51,2	54,2	59,2	46,9	54,9	59,1
Затрудняюсь ответить	12,5	11,3	12,4	7,4	15,1	12,2	10,7

По-прежнему наиболее высок удельный вес «недовольных» среди лиц пенсионного возраста. Однако много таких и в группе респондентов 16–30 лет (46,9 % против 47,3 % в 2009 г. и 43,4 % в 2008 г.). Чувство социальной несправедливости усиливает миграционные настроения среди сельской молодежи.

Отрицательные сдвиги произошли и в ожиданиях сельского населения, что напрямую связано с экономическим кризисом. Если до последнего времени доля надеявшихся на положительные перемены в условиях жизни в течение пяти ближайших лет нарастала, то в 2010 г. она существенно снизилась до 15 %. При этом значительно вырос удельный вес респондентов полагающих, что их жизнь ухудшится (табл. 4).

Таблица 4

**Ожидания в изменении материального положения домохозяйств в течение ближайших лет, %**

Вариант ответа	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Надеюсь улучшится	14	19,7	20	21,7	15
Останется без изменения	18,6	14	33,3	38,3	36,7
Ухудшится	57,7	52	35	40	46,7
Затрудняюсь с ответом	9,7	14,3	11,7	-	1,6

На сегодняшний день много говорят о введении продовольственных карточек для малоимущих граждан. Людям с низким уровнем дохода выдадут специальную карточку, по которой они смогут приобретать продукты первой необходимости. Продукты, распределяемые по карточкам, будут закупаться государством у сельхозтоваропроизводителей. Из 300 респондентов 270 респондентов имеют необходимость в получении продуктовой карточки.

Причины, по которым респонденты одобряют введение продуктовых карточек, распределились следующим образом: продуктовые карточки обеспечат малоимущим людям определенную стабильность в питании в условиях роста цен на продукты – 56, 7%; к малоимущим чаще всего относят многодетные семьи, введение карточек обеспечит полноценное питание и сохранение здоровья детей в многодетных семьях – 23 %, введение продовольственных карточек позволит снять социальную напряженность на селе – 20,3 %. Полученные данные позволяют сделать вывод, что многие сельские жители испытывают потребность в продуктовых карточках. Повышается доля сельских домохозяйств, неудовлетворенных жилищными условиями (табл. 5).

Таблица 5

**Удельный вес сельских домохозяйств, неудовлетворенных своими жилищными условиями по различным причинам, %**

Причина неудовлетворенности	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Недостаточная площадь	40	50	46,7
Нужен капитальный ремонт	10	10	23,3
Нужен текущий ремонт	26,7	29,7	20
Дом ветхий	3,3	5,7	5
Нет водопровода, канализации	6,7	3,3	5
В доме печное отопление	13,3	1,3	-

К основным причинам, из-за которых сельские жители недовольны своими жилищными условиями, являются недостаточная жилая площадь, отсутствие капитального и текущего ремонта. По способу предполагаемого улучшения жилищных условий сельские домохозяйства в период с 2007 по 2010 год распределились следующим образом (табл. 6).

Таблица 6

**Распределение сельских домохозяйств по способам предполагаемого улучшения жилищных условий, %**

Показатель	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Удельный вес домохозяйств, собирающихся улучшить жилищные условия, %	18	22,5	23,1	49,7
Состоят на учете по улучшению жилищных условий	3,1	1,6	1,1	5,7
Собираются купить новое жилье	3,8	2,9	2	5,9
Рассчитывают получить жилье в наследство	0,4	1,5	1	1,9
Строят новый дом, пристройку	10	15,3	19	35
Другое	0,7	1,3	-	1,2

Таким образом, можно сделать вывод, что сельские жители предполагают улучшить жилищные условия путем строительства нового дома (либо пристройки к дому).

По мнению респондентов, на территории села жителям не совсем доступны медицинские, культурные, бытовые, торговые и транспортные услуги (рис. 2).

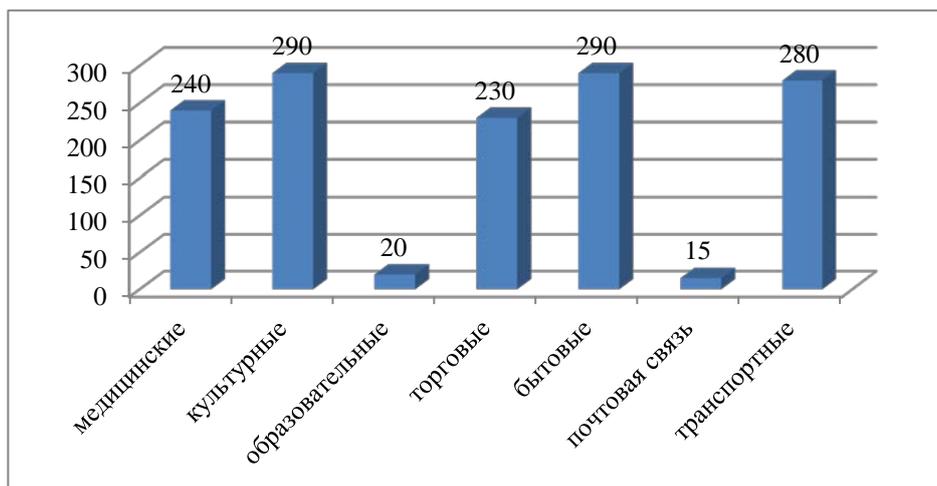


Рис. 2. Мнение респондентов о недоступности общественных услуг, чел.

Из 300 респондентов 240 работают в настоящее время на предприятиях или организациях на селе. Из 240 человек опасаются потерять работу 170 респондентов. В случае потери работы организовать собственное дело готовы 90 респондентов. Причины, по которым респонденты не готовы организовать собственное дело, для них являются небольшая недостаточность собственных средств, а государственная субсидия в размере 58,8 тыс. руб. недостаточна (рис. 3).

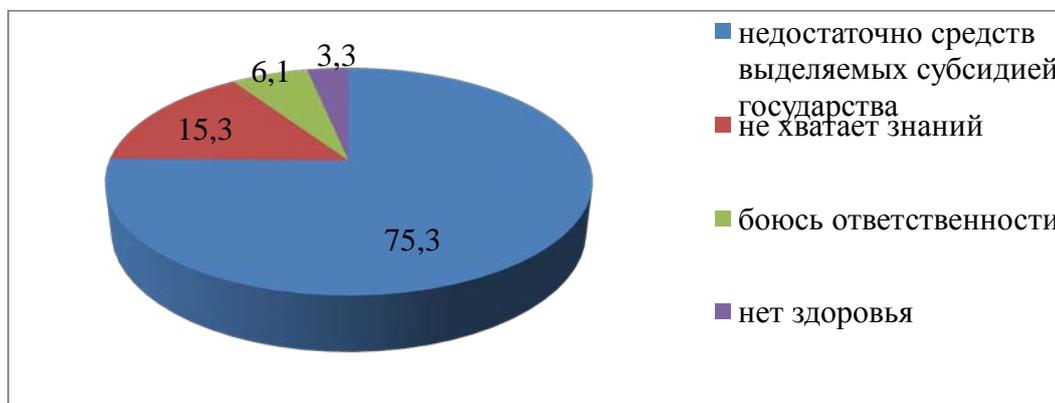


Рис. 3. Причины, по которым респонденты не готовы организовать собственное дело, %

По результатам опроса был выявлен минимальный размер субсидий, который составляет 1 млн руб. для организации самозанятости на селе. При выдаче необходимой субсидии респонденты решились бы организовать следующий вид бизнеса на селе (рис 4.) Большинство респондентов хотели бы организовать сельское фермерство и заняться заготовкой и переработкой дикорастущих плодов и ягод при наличии необходимых денежных средств.

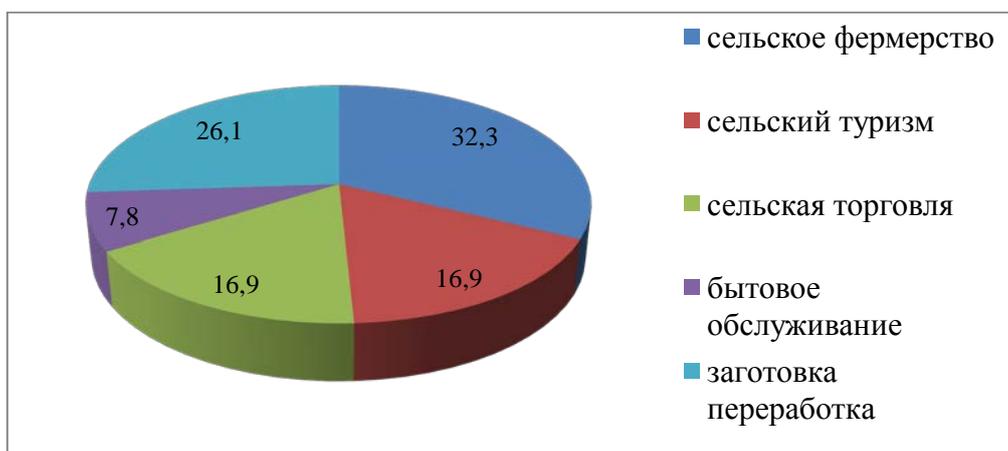


Рис. 4. Виды бизнеса, которые хотели бы организовать сельские жители, %

По оценке респондентов, в 2010 году по-прежнему в числе четырех проблем, вызывающих наибольшее беспокойство, были низкие доходы, бедность, пьянство и тяжелый физический труд. Однако рейтинги этих проблем изменились. Лидирующая проблема бедности набрала 63,4 % против 65,9 % в 2009 году. Проблема пьянства осталась на втором месте, проблема тяжелого физического труда переместилась с четвертого на третье место, получив 47 % голосов против 38 %. Обращает на себя внимание высокая озабоченность проблемой здоровья. На плохое состояние здоровья, как одну из наиболее значимых проблем современной деревни, указали 21,2 % опрошенных. Выросли проблемы недостатка молодежи на селе, хотя они и уступают по важности проблемам здоровья. Увеличилось также количество голосов, отданных проблеме плохих жилищных условий.

Проблема бедности, пьянства, тяжелого физического труда и безработицы лидируют во всех возрастных группах сельского населения. При этом, если молодежь и население в возрасте 31–59 лет на первое место ставят бедность, то пенсионеры – пьянство. Закономерно, что плохое состояние и отсутствие необходимой медицинской помощи волнуют их значительно, чем молодое население. Выше среди пенсионеров по сравнению со средней возрастной группой и обеспокоенность недостатком молодежи, а значит, и будущим села. Безработица беспокоит молодежь больше, чем среднюю возрастную группу, которая на второе место после низкой доходности труда ставит тяжесть выполняемой работы. Главным индикатором формирования человеческого капитала является удовлетворенность жизнью. Безусловно, что степень удовлетворенностью жизни в первую очередь определяется объективной государственной политикой. Как показало исследование, более половины сельских жителей удовлетворены своей жизнью. Это свидетельствует о достаточной жизнеспособности сельского социума и наличии потенциала для развития. Несмотря на относительно более высокий уровень требований к условиям жизни, среди молодежи удовлетворительных жизнью больше, чем у жителей после 30 лет (табл. 7).

Таблица 7

**Удовлетворенность сельского населения жизнью в зависимости от возраста и места работы, %**

Вариант ответа	Кол-во респондентов	Возраст, лет		
		16–30	31–59	60 (55) и старше
Вполне удовлетворен	18	23,9	16,6	16,8
Удовлетворен	39,3	39,0	39,0	39,9
Неудовлетворен	35,6	29,8	36,7	35,1
Совершенно неудовлетворен	7,1	7,3	7,6	8,2

Исходя из вышеизложенного, ведущими факторами риска, олицетворяющими угрозу для сохранения, развития и реализации человеческого капитала на селе в России, являются:

- 1) неблагоприятное состояние здоровья и тенденции уменьшения продолжительности жизни и роста смертности населения;

- 2) снижение уровня физического и психического здоровья под влиянием экологических (в том числе и социально-экологических) факторов среды жизнедеятельности;
- 3) ухудшающееся положение детей, семьи, молодежи как важнейших составляющих человеческого капитала будущих поколений;
- 4) состояние культурно-образовательного пространства развития молодых поколений.

Проведенное исследование факторов формирования человеческого капитала сельских жителей Красноярского края позволяет выявить основные формы деградации человеческого капитала (рис. 5).



Рис. 5. Основные формы деградации человеческого капитала

Деградация человеческого капитала, прежде всего, характерна для демографической сферы, когда у части людей разрушаются естественные и экономические потребности создания семьи, рождения детей. Рост преждевременной смертности и заболеваемости населения, потерю трудовых навыков, квалификации и опыта, мотивированности жизни, формирование бедности, снижение социальной и экономической активности.

#### Литература

1. Бондаренко Л.В. Интегральная оценка уровня жизни сельского и городского населения. – М.: Гриф и К, 2009. – 88 с.



УДК 631.37

Л.Н. Родикова

#### НОРМАТИВЫ ПОТРЕБНОСТИ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РЕСУРСНОЙ МОДЕЛИ

В статье рассматриваются материалы исследований о характере распределения величины средних затрат на ремонт автомобилей на автопредприятиях Красноярского края. Определено нормативное значение расхода запасных частей.

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, затраты, длина интервала, плотность распределения частот, средний годовой пробег, гистограмма.

L.N. Rodikova

#### SPECIFICATIONS OF THE SPARE PART REQUIREMENT FOR THE RESOURCE MODEL CONSTRUCTION

The research materials on the character of average cost value distribution for auto service in the automobile companies in Krasnoyarsk region are considered in the article. Standard value of the spare part application is determined.

**Key words:** automobile transport, costs, interval length, frequency distribution density, average annual run, histogram.

Социальная напряженность, связанная с качеством обслуживания пассажиров в больших городах Красноярского края, как правило, вызвана значительным количеством автобусов, находящихся в технически неисправном состоянии.

Это положение требует разработки новых методических подходов к определению затрат на запасные части (ЗЧ) для больших групп автомобилей при планировании нормативной потребности. Нижеприведенная методика оценки затрат автопредприятия базируется на нормативных методах, которые имеют ряд известных недостатков и не в полной мере учитывают затраты в себестоимости перевозок. Проведены исследования динамики затрат по фактическим данным и нормативным показателям, а также проанализированы особенности их статистического распределения. Статистические данные исследованы по средним расходам на запасные части по направлениям Красноярского края, а также по среднему годовому пробегу. Обработана выборка данных по 26 предприятиям, которые охватывают основные районы эксплуатации автобусного парка.

Предприятия сгруппированы и условно распределены по 5 направлениям, поскольку между этими группами есть различия в затратах ввиду возрастных характеристик, технического состояния, климатических, дорожных и других условий. Получены средние фактические затраты на ЗЧ одного автобуса по каждому автопредприятию. Средние величины по группам довольно близки друг к другу:

$$X_{\text{красн}} = 39,24 \quad X_{\text{ачинское}} = 31,74 \quad X_{\text{минусинское}} = 36,94 \\ X_{\text{енисейское}} = 28,18 \quad X_{\text{канское}} = 21,75.$$

Обработка полученной выборки выполняется с использованием формулы Старджеса [1,2]. Длина интервала для группировки значений равна:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,322 \cdot \lg n} \quad (1)$$

где  $x_{\max}$  – максимальное значение,  $x_{\max} = 94,3$ ;

$x_{\min}$  – минимальное значение выборки,  $x_{\min} = 3,48$ .

В нашем случае объем выборки  $n = 26$ . Число интервалов при объеме выборки  $n = 26$  получается равным 6. Длина интервала составляет:

$$h = \frac{94,3 - 3,48}{1 + 3,322 \cdot \lg 26} = 15,14.$$

Для снижения погрешности при вычислениях примем число интервалов равным 10. В этом случае длина интервала составляет  $h = 9,08$  и в некоторых интервалах есть пустоты. Эти пустоты не позволяют определить функцию распределения. Для устранения пустот экспериментальным путем подбираем число интервалов, равных 5. При числе интервалов 5 длина интервала будет составлять  $h = 18,16$ .

Левый конец первого интервала примем 0, тогда левый конец второго интервала 18,16, второй интервал – 18,16; 36,32 и т.д. Для дальнейших расчетов производится подсчет частот попаданий элементов выборки в интервалы  $[x_i, x_{i+1})$ , где  $x_{i+1} = x_i + h$ . Для каждого интервала находятся относительные частоты и результаты заносятся в табл. 1.

Таблица 1

**Относительные частоты для каждого интервала**

Интервал	Относительные частоты $n_i/n$	Плотность распределения $W_i = n_i/h$
0; 18,16	0,423	0,61
18,16; 36,32	0,308	0,44
36,32; 54,48	0,115	0,17

54,48; 72,64	0,077	0,11
72,64; 90,8	0,038	0,06
90,8; 108,96	0,038	0,06

Находим для каждого интервала середину интервалов:

$$\frac{X_i + X_{i+1}}{2} \quad (2)$$

Подставив значения, получаем:

$$\frac{0 + 18,16}{2} = 9,08.$$

Для каждого интервала получены расчетные значения (табл. 2).

Таблица 2

**Расчетные значения**

Середина интервалов	Частоты $n_i$	Относительные частоты $n_i/n$	Плотность распределения $W_i = n_i/h$
9,08	11	0,423	0,61
27,24	8	0,308	0,44
45,4	3	0,115	0,17
63,56	2	0,077	0,11
81,72	1	0,038	0,06
99,88	1	0,038	0,06

Гистограмма плотности распределения частот (рис. 1) строится согласно данным табл. 2.

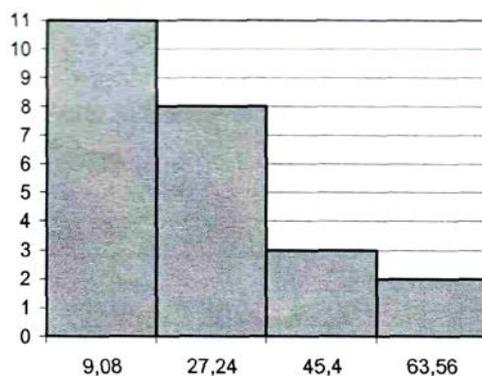


Рис. 1. Плотность распределения частот

Средняя величина затрат определяется как

$$X_{\text{сред}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i \cdot x_i, \quad (3)$$

где  $N$  — объем выборки (26);  $n_i$  — относительная частота;  $x_i$  — середина интервала. Подставляя значения из табл. 2, получаем:

$$X_{\text{сред}} = \frac{1}{26} (9,08 \cdot 11 + 27,24 \cdot 8 + \dots + 99,88 \cdot 1) = 29,34.$$

Вычисление выборочной дисперсии выполняется по формуле:

$$D_e = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - X_{\text{сред}})^2 \cdot n_i. \quad (4)$$

Подставляем значения в формулу (4):

$$D_6 = \frac{1}{26} ((9,08 - 29,34)^2 \cdot 11 - (27,24 - 30,73)^2 \cdot 8 + \dots \\ \dots + (99,88 - 30,73)^2 \cdot 1) = 367,87.$$

Выборочное среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ) вычисляется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{D_6}. \quad (5)$$

Получаем:

$$\sigma = \sqrt{367,87} = 19,18.$$

Далее вычисляется исправленная выборочная дисперсия:

$$S^2 = \frac{(\sum_{i=1}^N x_i^2 - n \cdot x_{\text{сред}}^2)}{n-1}. \quad (6)$$

Подставив значения, получаем:

$$S^2 = \frac{((9,08^2 + 27,24^2 + \dots + 99,88^2) - 26 \cdot 29,34^2)}{25} = 615,43.$$

Исправленное среднеквадратическое отклонение вычисляется по формуле:

$$S = \sqrt{S^2}. \quad (7)$$

Подставив значения, получаем:

$$S = \sqrt{615,43} = 24,81.$$

Далее необходимо проверить гипотезу о экспоненциальном распределении. Функция распределения:

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda \cdot x}. \quad (8)$$

Критерием оценки является критерий  $\chi^2$  (хи квадрат), который вычисляется по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(P_i - P_i' \cdot n)^2}{P_i' \cdot n}. \quad (9)$$

Вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $[X_i; X_{i+1})$  вычисляется по формуле:

$$P_i(X) = F(X_{i+1}) - F(X_i). \quad (10)$$

Параметр  $\lambda$  вычисляется по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{M(X)}. \quad (11)$$

Подставив значения, получаем:

$$\lambda = \frac{1}{29,34} = 0,034.$$

В табл. 3 приведены результаты расчета.

Таблица 3

Результаты расчета

Интервал	$F(X_i)$	$F(X_{i+1})$	$P'$	$P'_i \cdot n$
0; 18,16	0	0,461543	0,461543	12,00012
18,16; 36,32	0,461543	0,710064	0,248521	6,461548
36,32; 54,48	0,710064	0,843882	0,133818	3,479266
54,48; 72,64	0,843882	0,915937	0,072055	1,873435
72,64; 90,80	0,915937	0,954736	0,038799	1,008764
90,80; 108,96	0,954736	0,975627	0,020891	0,543176
108,96; + ∞	0,975627	1	0,024373	0,633694
Итого			1	26

Для дальнейших расчетов объединяем последние два интервала и их частоты (табл. 4).

Таблица 4

Результаты расчетов двух интервалов

Интервал	$P'_i$	$P_i$	$P'_i \cdot n$
0; 18,16	12,00012	11	0,083352
18,16; 36,32	6,461548	8	0,366296
36,32; 54,48	3,479266	3	0,066018
54,48; 72,64	1,873435	2	0,00855
72,64; 90,80	1,008764	2	7,61E-05
90,80; + ∞	1,17687	1	0,026582
Итого	26	26	0,55

По таблице 4 получили, что  $\chi^2_{набл} = 0,55$ . Смотрим таблицу критических точек распределений  $\chi^2$ , при  $\gamma = 0,95$  и  $k = 6 - 1 - 1 = 4$   $\chi^2_{крит} = 9,488$ .

Так как  $\chi^2_{набл} < \chi^2_{крит}$ , то гипотезу о экспоненциальном распределении принимаем.

Далее необходимо найти интервальную оценку параметра  $a = M(X)$  математического ожидания случайной величины (СВ)X. Для этого определяется доверительный интервал отношением:

$$X_{сред} - \delta < a < X_{сред} + \delta, \quad (12)$$

где  $\delta = \frac{t_\gamma S}{\sqrt{N}}$ . Число  $t_\gamma$ , где  $\gamma = 1 - \alpha = 0,95$ , находим по таблице. В нашем случае  $t_\gamma = 2,06$ . Тогда  $\delta = 10,02$ .

$$X_{сред} - \delta = 29,34 - 10,02 = 19,31;$$

$$X_{сред} + \delta = 29,34 + 10,02 = 39,36.$$

Таким образом,  $19,31 < a < 39,36$  – искомый доверительный интервал.

Интервальная оценка параметра  $\sigma = \sigma(X)$  находится по формуле:

$$S \cdot (1 - q) < \sigma(X) < S \cdot (1 + q) \text{ при } q < 1, \quad (13)$$

где  $q=0,3$  находится по таблице, а  $S=24,81$  по формуле (7).  
Подставив эти значения, получаем

$$24,81 \cdot (1 - 0,3) < \sigma < 24,81 \cdot (1 + 0,3).$$

$17,37 < \sigma < 32,25$  – искомый доверительный интервал.

Найденная средняя фактическая величина затрат на 1 автобус по каждому направлению показана на графике (рис. 2), и определена средняя величина по краю, которая составляет 29,34.



Рис. 2. График фактических средних расходов по направлениям

Аналогичные расчеты проведены по показателям годового пробега одного среднесписочного автобуса. Рассчитан общий пробег на 1 автобус в автопредприятиях соответствующих направлений и ниже на рис. 3 приведены данные плотности распределения частот, полученные путем аналитического расчета.

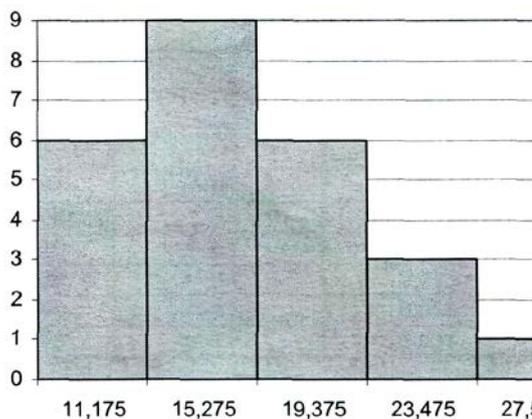


Рис. 3. Гистограмма плотности распределения частот

По результатам расчета построен график годового пробега на 1 автобус по каждому направлению (рис. 4) и его средняя величина по краю.

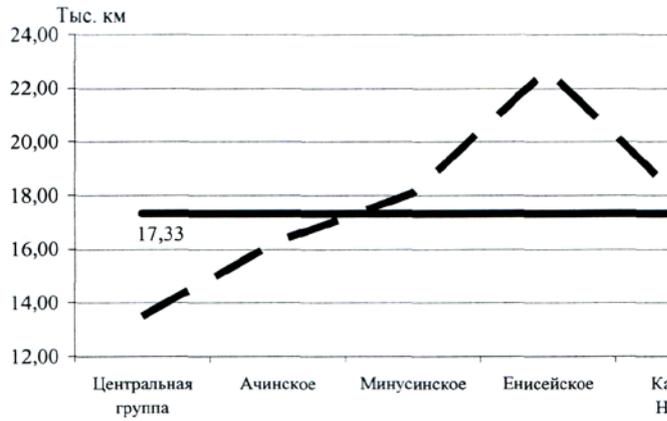


Рис. 4. График среднего годового пробега 1 автобуса

Для определения средних нормативных затрат на 1 автобус исследовались показатели по между-городским, пригородным и городским перевозкам по принятому объему выработки ( $n = 26$ ).

Рассчитанные средние величины нормативных затрат на ЗЧ по принятым направлениям составляют:

$$X_{\text{красн}} = 28,88 \quad X_{\text{ачинск}} = 34,87 \quad X_{\text{минус}} = 38,66.$$

$$X_{\text{енисейск}} = 48,59 \quad X_{\text{канск}} = 43,50.$$

По формуле (1) находим длину интервала, где  $x_{\text{max}} = 67,76$ ,  $x_{\text{min}} = 23,92$ .

Подставляя значения, получаем  $h = 8,77$ .

Левый конец первого интервала примем  $x_{\text{min}} - \frac{h}{2} = 19,53$ , тогда правый конец первого интервала 28,30 (28,30; 37,07) и т.д. Для дальнейших расчетов производится подсчет частот попаданий элементов выборки в интервалы  $(x_i, x_{i+1})$ , где  $x_{i+1} = x_i + h$ . Для каждого интервала находятся относительные частоты (табл. 5).

Таблица 5

**Относительные частоты**

Интервал	Относительные частоты $n_i/n$	Плотность распределения $W_i = n_i/h$
19,53; 28,30	0,231	0,026
28,30; 37,07	0,346	0,039
37,07; 45,8	0,231	0,026
45,84; 54,61	0,115	0,013
54,61; 63,38	0,038	0,004
53,38; 72,15	0,038	0,004

В таблице 6 приведены середины интервалов и их относительные частоты, по которым строится гистограмма плотности распределения относительных частот.

Таблица 6

**Середины интервалов**

Середины интервалов	Частоты $n_i$	Относительные частоты $n_i/n$	Плотность распределения $W_i = n_i/h$
23,91	6	0,231	0,026
32,68	9	0,346	0,039
41,45	6	0,231	0,026
50,22	3	0,115	0,013
58,99	1	0,038	0,004

67,76	1	0,038	0,004
-------	---	-------	-------

Плотность распределения частот изображается гистограммой на рис. 5.

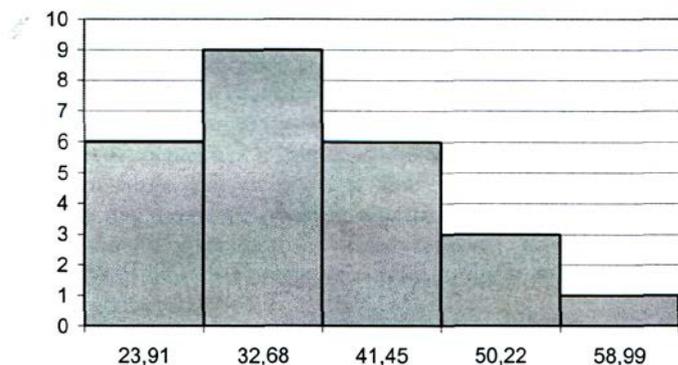


Рис. 5. Гистограмма плотности распределения относительных частот

По формулам (2)–(6) вычисляется выборочная средняя, выборочная дисперсия, среднеквадратическое отклонение. Результаты получены подстановкой данных:

$$X_{\text{сред}} = 37,07, \quad D_{\theta} = 69,52, \quad \sigma = 8,34, \quad S^2 = 130,75 \quad S = 11,43.$$

По таблице критических точек распределений  $\chi^2$ , при  $\gamma = 0,95$  и  $k = 6 - 2 - 1 = 3$   $\chi_{\text{крит}}^2 = 7,815$ . Наблюдаемое значение составляет  $\chi_{\text{набл}}^2 = 2,55$ .

Так как  $\chi_{\text{набл}}^2 < \chi_{\text{крит}}^2$ , то гипотезу о нормальном распределении принимаем.

По формулам (12)–(13) найдем доверительный интервал для математического ожидания, среднеквадратическое отклонение СВ.

Для математического ожидания:

$32,45 < a < 41,68$  – искомый доверительный интервал.

Интервальная оценка параметра  $\sigma = \sigma(X)$ .

$8,00 < a < 14,87$  – искомый доверительный интервал.

Рассчитанные показатели средних нормативных затрат на 1 средний автобус по предприятиям определяемых направлений использованы при построении диаграммы на рис. 6.

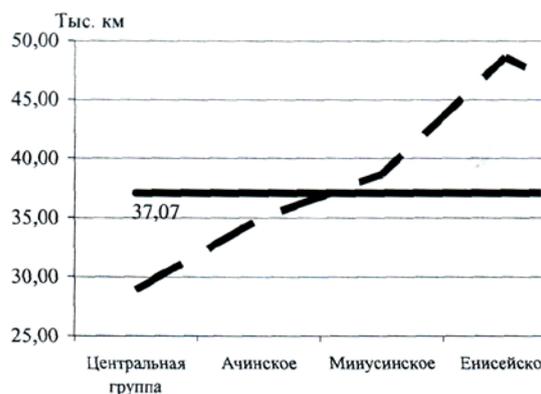


Рис. 6. График нормативных затрат на 1 автобус

При определении затрат на ЗЧ для каждого из основных направлений Красноярского края необходим логистический подход, использующий единую информационную базу данных по конкретным автобусным паркам соответствующих направлений. Учитывая реальное техническое состояние регионального парка [3], следует скорректировать расчетные данные определения затрат на запасные части в ранее разработанной методике [2]. Приняв утверждение некоторых авторов-практиков отечественного машиностроения [4], что затраты на запасные части изношенных автомобилей превышают стоимость нового автомобиля минимум в 2 раза, поэтому удваиваем ранее определенную норму по массе нетто. Статистические данные за последние 3 года по фактическим и нормативным показателям исследуемой выборки автомобилей подтверждают

необходимость корректировки. В дальнейших расчетах норма расхода запасных частей на 1 приведенный автобус примем равной 240 кг, а цену 1 т массы можно принять 7 тыс. долл.

Нормативная потребность ЗЧ на 1 автобус вычисляем по формуле:

$$P = C_i \cdot \Pi_i ,$$

где  $P_j$  – потребность в стоимостном выражении;

$C_i$  – цена единицы материальных ресурсов на 1 автомобиль;

$\Pi_i$  – прогнозируемая потребность материальных ресурсов.

Согласно этому положению, обусловлено единство методического подхода при выделении необходимых средств по данной статье расходов в целях оперативности расчетов.

Климатические и географические условия эксплуатации на предприятиях енисейского и канского направлений влияют на расход ЗЧ, поэтому следует ввести поправочные коэффициенты. Значения коэффициентов (полученные экспертным путем и сопоставлением фактических и нормативных данных) соответственно составляют 1,3 и 1,2.

Анализ нормативных и расчетных данных расхода на ремонтный фонд на единицу автобусного парка по краю и его основным направлениям показал, что их средние значения довольно близки друг к другу (рис. 7).

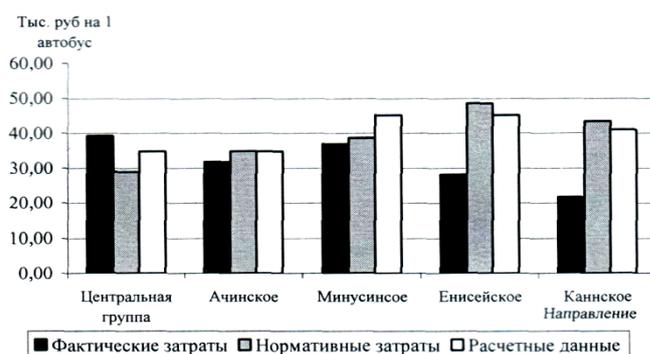


Рис. 7. Гистограмма нормативных затрат на запасные части по основным направлениям региона

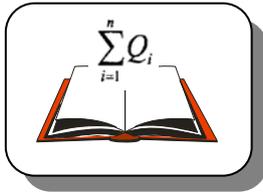
Подчеркнем, что значения фактических затрат по автопредприятиям не являются на один случайно выбранный автобус, а являются средними значениями по автопредприятию и именно распределение этих значений исследовалось.

Разница средних значений нормативных и расчетных показателей составляет около 3 %. Таким образом, предложенная методика расчета средних затрат на запасные части по предприятиям определенных направлений на единицу автобусного парка имеет реальную основу для применения.

Выполненные исследования являются этапом в решении комплексной задачи ресурсной обеспеченности автомобилей в рамках разработки проекта логистической системы материально-технического обеспечения технической эксплуатации автомобильного транспорта.

### Литература

1. Гмурмак В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1977. – 479 с.
2. Родикова Л.Н. Математический аппарат в определении нормативной базы расхода запасных частей в условиях Сибири // Транспортные средства Сибири. – Красноярск, 2000. – Вып. 6. – С. 282–290.
3. Родикова Л.Н. Транспортный паспорт Красноярского края 2000 года. – Красноярск, 2001. – 239 с.
4. Волгин В.В. Запасные части. Маркетинг. Менеджмент. Логистика. – М., 2002. – 328 с.



УДК 630\*323

А.В. Баранов

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ВАЛОЧНО-СУЧКОРЕЗНО-РАСКРЯЖЕВОЧНОЙ МАШИНЫ С ВЫРАВНИВАЕМОЙ ПЛАТФОРМОЙ ПРИ ЗАГОТОВКЕ СОРТИМЕНТОВ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ

В статье представлена математическая модель валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины для заготовки круглых лесоматериалов в горных условиях. Выявлены зависимости, определены основные факторы, влияющие на производительность труда.

**Ключевые слова:** математическая модель, валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина, круглый лесоматериал, горные условия, производительность.

A. V. Baranov

### MATHEMATICAL MODELING OF OPERATION OF THE FELLER-DELIMBER-BUNCHER WITH THE LEVELED PLATFORM IN THE PROCESS OF ASSORTMENT LOGGING IN MOUNTAIN FORESTS

Mathematical model of the feller-delimber-buncher for round forest product logging in mountain conditions is given in the article. Dependences are revealed, the major factors influencing labor productivity are determined.

**Key words:** mathematical model, feller-delimber-buncher, round forest product, mountain conditions, productivity.

**Введение.** Математическое моделирование технологических процессов функционирования лесозаготовительных машин позволяет без проведения натуральных экспериментов выявить взаимосвязи производительности машин от внешних воздействующих факторов.

**Цель исследований.** Разработка математической модели функционирования валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины (ВСПМ) при заготовке сортиментов в горных условиях.

**Задачи моделирования работы ВСПМ:** определение оптимальных параметров разрабатываемой ленты с учетом лесоводственных требований; выявление зависимости ширины разрабатываемой ленты от расстояния между технологическими стоянками; построение математической модели работы ВСПМ с учетом проведенных исследований.

**Методы исследований:** графический метод с использованием встроенных функций приложения «КОМПАС-3D LT EXE» при определении оптимальных расстояний между технологическими стоянками ВСПМ и шириной разрабатываемой ленты; методы математической статистики, регрессионного и дисперсного анализов и оценка полученных результатов с использованием приложения «MicrosoftOfficeExcel».

Любой технологический процесс можно условно представить в виде блока (рис. 1), на который воздействует ряд входных факторов (параметров), и на выходе имеются выходные параметры [4]. К входным факторам относятся неуправляемые ( $u_i$ ), возмущающие ( $z_i$ ), управляемые факторы ( $x_i$ ). Выходные параметры ( $y_i$ ) характеризуют состояние процесса, возникающее в результате суммарного воздействия входных факторов [8].

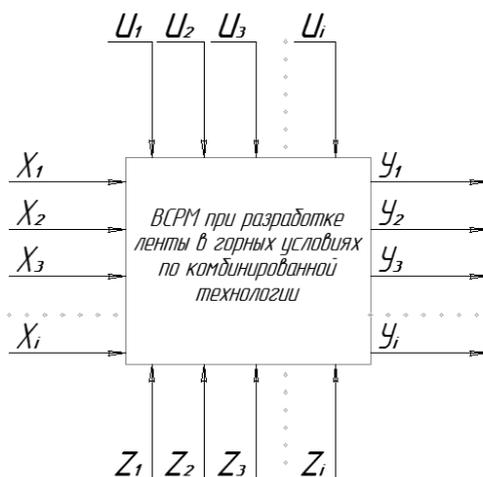


Рис. 1. Блок-схема «Разработка ленты в горных условиях ВСРМ»

Процесс функционирования ВСРМ можно описать следующим набором векторов:

$$u_k = \left\{ \begin{array}{l} u_1 = Q_{за}, u_2 = ПГУ, u_3 = P, \\ u_4 = ПС, u_5 = R, u_6 = V_{ВСРМ}, u_7 = V_{ОР} \end{array} \right\}, \quad (1)$$

- где  $u_1$  – запас на гектаре, м<sup>3</sup>/га;  
 $u_2$  – почвенно-грунтовые условия (несущая способность грунта, вид почвы и т.д.);  
 $u_3$  – рельеф (уклон местности), °;  
 $u_4$  – породный состав древостоя;  
 $u_5$  – вылет манипулятора, м;  
 $u_6$  – скорость перемещения ВСРМ, м/с;  
 $u_7$  – скорость протягивания хлыста при обрезке сучьев и раскряжевке, м/с;

$$z_m = \{z_1 = V_{хл}, z_2 = L_{хл}, z_3 = Z_{га}, z_4 = n_d\}, \quad (2)$$

- где  $z_1$  – объем хлыста, м<sup>3</sup>;  
 $z_2$  – высота дерева, м;  
 $z_3$  – количество деревьев на гектаре, шт/га;  
 $z_4$  – количество деревьев обрабатываемое с одной технологической стоянки ВСРМ, шт.;

$$x_m = \{x_1 = L_{ТС}, x_2 = H_{БП}, x_3 = H_{ВСРМ}, x_4 = n_{соп}\}, \quad (3)$$

- $x_1$  – расстояние между технологическими стоянками ВСРМ, м;  
 $x_2$  – ширина разрабатываемой вальщиком ленты, м;  
 $x_3$  – ширина разрабатываемой ВСРМ ленты, м;  
 $x_4$  – схема раскроя хлыста (количество выпиливаемых сортиментов).

Комбинированная технология заготовки сортиментов в горных условиях [3], на базе системы машин – бензомоторная пила (БП)+валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина (ВСРМ)+ канатная трелевочная установка (КТУ) [1] – предполагает разработку лент на склонах крутизной до 32° (рис. 2).

Последовательность выполнения технологических операций следующая: с помощью БП производится направленная валка деревьев под углом 25–35° по отношению к оси трелевки, причем ширина ленты не должна превышать 0,5 высоты древостоя, далее, разрабатывая ленту, ВСРМ обрабатывает и поваленные вальщиком деревья [2], максимальная ширина ленты две длины манипулятора, после обрезки сучьев и раскряжевки сортименты укладываются в пакеты, которые трелеются в полностью подвешенном состоянии, что позволяет избежать негативного воздействия на почву.

Положительные моменты данной технологии: значительная ширина разрабатываемой ленты ( $2x_2+x_3$ ), что позволяет сократить количество проходов машины по лесосеке и уменьшить количество технологических стоянок КТУ.

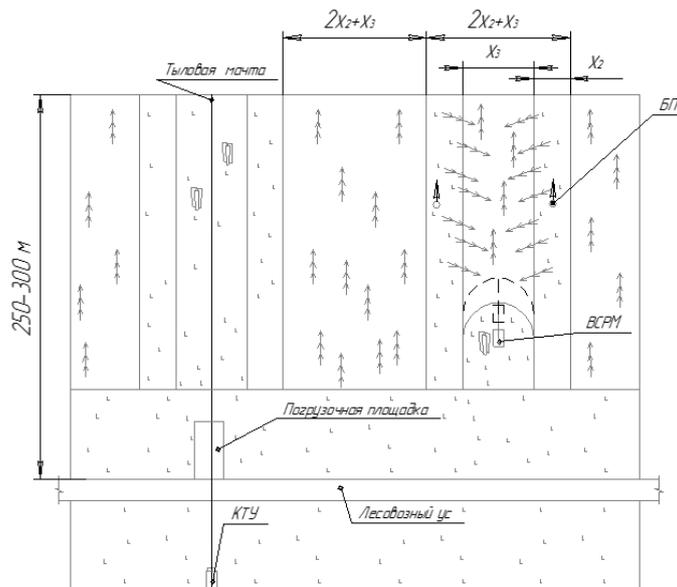


Рис. 2. Комбинированная технология заготовки сортиментов на склонах крутизной до 32°

Решая задачу максимизации производительности и выявления наиболее значимых факторов, составляется математическая модель [7].

Существующие методы определения производительности ВСРМ не учитывают специфики представленной технологии, в связи с чем и разрабатывается математическая модель, целью которой является определение факторов, в большей степени влияющих на производительность.

Количество поваленных вальщиком деревьев, приходящихся на одну технологическую стоянку (ТС) ВСРМ, определяется следующим образом:

$$n^{БП} = \frac{Q_{га} \times H_{л}^{БП} \times z^{БП} \times L^{ТС} \times 10^{-4}}{q_{хл}}, \quad (4)$$

где  $Q_{га}$  – запас древесины на гектаре, м<sup>3</sup>;

$H_{л}^{БП}$  – ширина ленты разрабатываемая вальщиком, м;

$z^{БП}$  – количество лент разрабатываемых вальщиком, 1 или 2;

$L^{ТС}$  – расстояние между технологическими стоянками, м.

Для минимизации технологических стоянок ВСРМ расстояние между ними должно быть максимальным [5], т.е. равное максимальному вылету манипулятора, но в данном случае образуются участки, которые не входят в зону досягаемости машины  $S_H$  (рис. 3). Таким образом, ширина разрабатываемой ленты имеет прямую зависимость от расстояния между технологическими стоянками валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины.

Определение параметров необработанной зоны при расстоянии между технологическими стоянками, равному  $R$  (длина вылета манипулятора), производится графическим методом (рис. 3) с помощью приложения «КОМПАС-3D LT EXE».

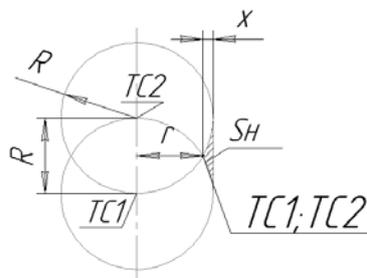


Рис. 3. Графический метод определения  $S_H$  и  $x$

В масштабе изображаются окружности радиусом, равные длине манипулятора ( $R$ ), расстояние между центрами окружностей равно  $R$ , центр окружности является центром технологической стоянки. Зона, не входящая в радиус действия манипулятора  $S_H$ , ее площадь находится с помощью вложенной функции «сервис» (рис. 4) – «измерить» – «площадь», далее выбирается объект, площадь которого необходимо измерить. Определенные таким образом площади обрабатываются статистическим методом и строится график зависимости (рис. 5).

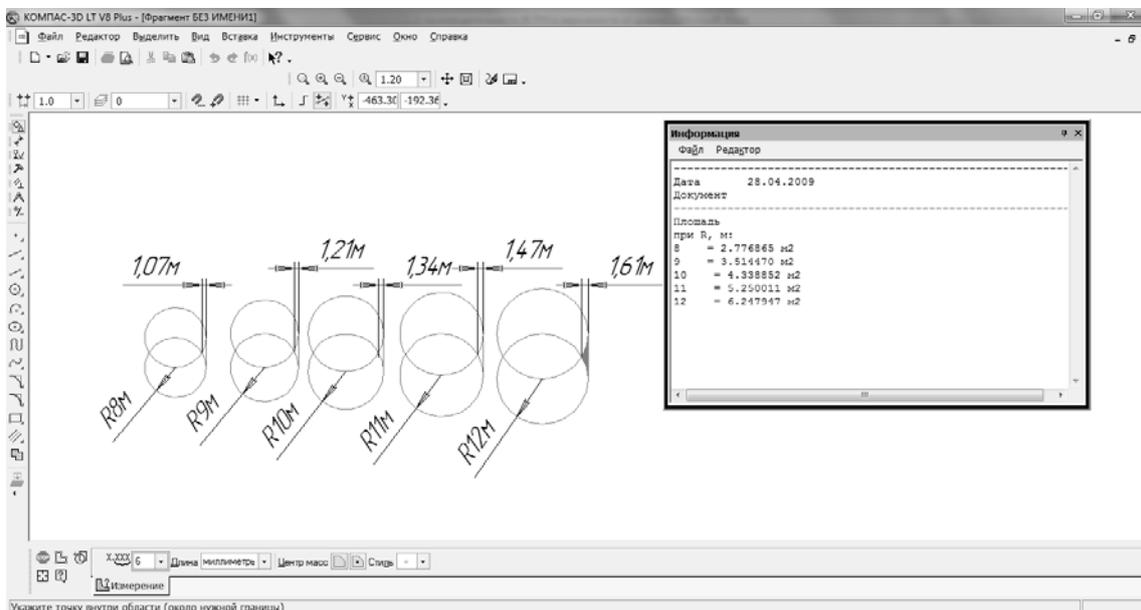


Рис. 4. Описание метода определения площади и значения  $x$  с помощью программного приложения КОМПАС-3D LT EXE

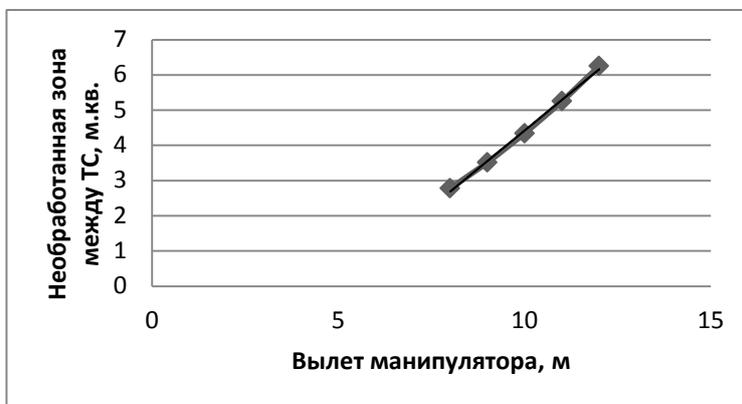


Рис. 5. Зависимость площади необрабатываемой зоны от длины манипулятора

Полученное уравнение зависимости  $S_H$  – от длины манипулятора выражается следующим образом:

$$S_H = 0,8681 \times R - 4,2558. \quad (5)$$

Значение  $x$  (рис. 3) показывает, какое число необходимо учитывать при расстоянии между ТС, равно  $R$ , данное расстояние в нашем случае может разрабатываться вальщиками, тем самым сокращая ширину ленты разрабатываемую ВСРМ. Как и значение необработанной площади,  $x$  определяется графическим методом, полученные данные обрабатываются статистическим методом [6], и строится уравнение зависимости значения  $x$  от длины манипулятора.

$$x = 0,134 \times R. \quad (6)$$



Рис. 6. Зависимость ширины необрабатываемой зоны (х) от длины манипулятора

Таким образом, ширина разрабатываемой ленты лесозаготовительной машиной ( $H_{ВСРМ}$ ) при расстоянии между ТС, равному  $R$  (длине манипулятора), определяется из уравнения:

$$H_{ВСРМ} = R - (0,134 \times R). \quad (7)$$

Время цикла определяем по формуле:

$$T_{ц} = t_1 + t_3 + t_4 + t_6 + t_7 + (t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}) \times n_{пр} + t_{10} + \frac{Q_{за} \times H_{п}^{БП} \times z^{БП} \times L^{ТС} \times 10^{-4}}{q_{хл}} \times t_{12}, \quad (8)$$

где  $t_1$  – затраты времени на подвод харвестерной головки к дереву, с;

$t_2$  – затраты времени на срезание дерева, с;

$t_3$  – затраты времени на зажим дерева, с;

$t_4$  – затраты времени на перемещение дерева в зону обработки, с;

$t_6$  – затраты времени на натяг, с;

$t_7$  – затраты времени на подъем дерева, с;

$t_8$  – затраты времени на протаскивание дерева, с;

$t_9$  – затраты времени на очистку деревьев от сучьев, с;

$t_{10}$  – затраты времени на раскряжевку хлыстов, с;

$t_{11}$  – затраты времени на сброс сортимента, с;

$t_{12}$  – затраты времени на переезд к следующей группе деревьев, с;

$Q$  – объем древесины заготавливаемый с одной ТС, м<sup>3</sup>;

$q_{хл}$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>.

Определив методику расчета времени цикла, можно выразить и производительность ВСРМ с выравниваемой платформой:

$$\Pi_{ч}^{ВСРМ} = \frac{3600 \times K_{ус} \times q_{хл}}{\frac{2}{v_{нав}} \left[ \frac{2}{3} \left( \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right) - r \right] \times \frac{q_{хл} \times 10^4}{q_{за} \times F} + 6,6 + \left[ \frac{\ell_{сорт}}{v_{прот}} + \frac{\pi \times d_{п}^2}{4 \times \Pi_{ч.л.} \times \varphi} \right] (n_{сорт} - 1) + \frac{20,8 \times 10^4 \times q_{хл} \times K_3}{q_{за} \times F}}, \quad (9)$$

где  $R, r$  – соответственно максимальный и минимальный вылет манипулятора, м;

$\varphi$  – коэффициент, учитывающий использование производительности чистого пиления;

$d_{п}$  – диаметр дерева в месте пропила, м;

$\ell_{д}$  – длина обрабатываемого дерева, м;

$v_{нав}$  – скорость наведения харвестерной головки на дерево,  $v_{нав} = 0,20-0,22$  м/с;

$\alpha$  – средний угол поворота платформы при срезании и переносе деревьев, °;

$\Pi_{сорт}$  – количество выпиливаемых сортиментов;

$l_{\text{сорт}}$  – средняя длина выпиливаемых сортиментов, м;  
 $U_{\text{прот}}$  – скорость протаскивания дерева через сучкорезные ножи, м/с;  
 $P_{\text{ч.п.}}$  – производительность чистого пиления, см<sup>2</sup>/с;  
 $d_S$  – средний диаметр дерева в месте раскряжевки, м;  
 $K_3$  – коэффициент, учитывающий захламленность лесосеки;  
 $n_1$  – количество деревьев, срезанных ВСПМ с одной технологической стоянки (ТС), шт.;  
 $F$  – площадь, вырубаемая с одной ТС, м<sup>2</sup>;  
 $q_{\text{га}}$  – запас древесины на 1 га, м<sup>3</sup>;  
 $n$  – частота вращения поворотной платформы;  
 $K_{\text{ис}}$  – коэффициент использования максимального вылета манипулятора, зависящий от уклона местности.

### Выводы

Разработанная модель позволяет определить оптимальные параметры ленты, при которых производительность ВСПМ максимальна; при определении оптимального расстояния между технологическими стоянками ВСПМ целесообразно пользоваться выявленной зависимостью ширины ленты от расстояния между ТС. Данная модель позволяет определить производительность ВСПМ при работе по комбинированной технологии.

### Литература

1. ГОСТ 17461-84. Технология лесозаготовительной промышленности, термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 21 с.
2. Баранов А.В. Заготовка древесины на склонах крутизной более 20° в лесах Дальнего Востока // Комплексное использование природных ресурсов: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2009. – Вып. 3. – С. 85–88.
3. Баранов А.В. Сортиментная заготовка древесины в горных лесах Амурской области // Молодежь XXI века: шаг в будущее: мат-лы регион. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19–20 мая 2011 г.). – Благовещенск: Макро-С, 2011. – Т. 7. – С. 60–62.
4. Венценосцев Ю.Н. Основы теории лесопромышленных производств. – М.: Лесн. пром-сть, 1966. – 157 с.
5. Скурихин В.И., Корпачев В.П. Технология и оборудование лесопромышленных производств. Техника и технология лесосечных работ при заготовке сортиментов. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – 186 с.
6. Алексахин С.В. Статистический анализ. – М.: ПРИОР, 2001. – 224 с.
7. Маркеленков В.Г. К моделированию потока деревьев, подлежащих валке / ЦНИИМЭ. – Химки, 1974. – С. 54–58.
8. Элементы математической обработки и планирования инженерного эксперимента: метод. указания. – Благовещенск: БСХИ, 1984. – 63 с.



## ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПО АВТОРЕГРЕССИИ

В статье предлагается метод подбора параметров, основанный на использовании числовых рядов в  $AR(p)$  моделях. Показана связь прогнозов по авторегрессии с треугольником Паскаля и числами Фибоначчи и Трибоначчи. Даны рекомендации по применению золотого сечения при прогнозировании.

**Ключевые слова:** временные ряды, нормированные числовые ряды,  $AR(p)$  модели, ряд Фибоначчи, треугольник Паскаля.

A.A. Gorodov, A.A. Kuznetsov, O.V. Demyanenko

## GOLDEN SECTION AND FORECASTING ON AUTOREGRESS

The trial and error method of parameters based on numerical series use in  $AR(p)$  models is offered in the article. Connection of the forecasts on autoregress with the Pascal triangle, Fibonacci numbers and Tribonacci numbers is shown. Recommendations on golden section application in the process of forecasting are given.

**Key words:** time series, normalized numerical series,  $AR(p)$  models, Fibonacci numbers, Pascal triangle.

**Введение.** В элементарной математике существует много задач, часто трудных и интересных, которые не связаны с чьим-либо именем, и часто бывает очень трудно установить, в каком именно сборнике появилась впервые та или иная задача. Такой теорией является и теория чисел Фибоначчи. Выросшие из знаменитой «задачи о кроликах», имеющей почти семисот пятидесятилетнюю давность, числа Фибоначчи до сих пор остаются одной из самых увлекательных глав элементарной математики [1,5].

Если практически все в нашем мире базируется на коэффициентах Фибоначчи, почему бы не использовать их в техническом анализе движения цен на биржах. Впервые это предложил Ральф Нельсон Эллиотт. В дальнейшем будет показано, что данное предположение недалеко от истины.

В практических задачах прогнозирования по временным рядам одним из часто применяемых методов является модель авторегрессии  $p$ -го порядка  $AR(p)$ . В данной модели текущее значение ряда  $x_t$  представляется в виде линейной комбинации конечного числа предыдущих значений процесса и случайной величины  $\varepsilon_t$ :

$$x_t = \varphi_1 x_{t-1} + \varphi_2 x_{t-2} + \dots + \varphi_p x_{t-p} + \varepsilon_t,$$

где  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$  – весовые коэффициенты [1].

Как правило, нахождение параметров  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$  осуществляется по методу наименьших квадратов (МНК) и методу максимального правдоподобия (ММП) [2,3].

В работе [4] был предложен метод подбора параметров, основанный на использовании нормированных числовых рядов в  $AR(p)$  моделях. Сделан сравнительный анализ результатов моделирования временных рядов данного метода с другими известными.

При этом под нормированным понимается сходящийся числовой ряд  $\sum_{i=0}^{\infty} b_i$ , если  $\sum_{i=0}^{\infty} b_i = 1$ .

Текущее значение ряда  $x_t$  будет представлено следующим образом:

$$x_t = b_0 x_{t-1} + b_1 x_{t-2} + \dots + b_{p-1} x_{t-p} + \varepsilon_t,$$

где  $b_0, b_1, \dots, b_{p-1}$  – первые  $p$  членов нормированного числового ряда, выступающие в качестве весовых коэффициентов предыстории временного ряда.

Прогнозное значение  $y_{t+1}$  вычисляется следующим образом:

$$y_{t+1}^{(m;p)} = b_0^{(m;p)} x_t + b_1^{(m;p)} x_{t-1} + \dots + b_{p-1}^{(m;p)} x_{t-p+1},$$

или

$$y_{t+1}^{(m;p)} = \sum_{i=0}^{p-1} b_i^{(m;p)} x_{t-i+1}, \quad (1)$$

где  $m$  – номер нормированного числового ряда из некоторой базы рядов, обладающих вышеуказанными свойствами;  $p$  – порядок модели; верхний индекс  $(m; p)$  указывает на номер ряда и на порядок модели.

Формула представляет собой модель прогнозирования по полной предыстории (разложение Вольда).

При этом прогнозное значение  $y_{t+1}^{(m;p)}$  будет представлять собой сумму предыстории динамического ряда с весовыми коэффициентами, являющимися элементами числового ряда.

В большинстве задач прогнозирования необходимо делать прогноз на  $k$  значений вперед из  $x_t$ . Как указывалось выше, прогноз на одно значение вперед согласно методу нормированных числовых рядов будет рассчитываться по формуле (1).

Несколько упростим формулу (1), тогда

$$y_{t+1} = \sum_{i=0}^{p-1} b_i x_{t-i+1}. \quad (1a)$$

Согласно (1a) прогноз на  $k$  значений вперед из  $x_t$ :

$$\begin{aligned} y_{t+2} &= b_0 y_{t+1} + \sum_{i=1}^{t-1} b_i x_{t-i}, \\ y_{t+3} &= b_0 y_{t+2} + b_1 y_{t+1} + \sum_{i=2}^{t-1} b_i x_{t-i}, \\ &\vdots \\ y_{t+k} &= b_0 y_{t+k-1} + b_1 y_{t+k-2} + \dots + \sum_{i=k}^{t-1} b_i x_{t-i} \Rightarrow \\ y_{t+k} &= \sum_{i=0}^{k-2} b_i y_{t+k-i} + \sum_{i=k-1}^{t-1} b_i x_{t-i}. \end{aligned}$$

Далее рассмотрим прогноз в моделях AR(2).

### Авторегрессия 2-го порядка

Распишем прогноз при использовании только двух предшествующих членов динамического ряда.

$$\begin{aligned} y_{t+1} &= b_0 x_t + b_1 x_{t-1}, \\ y_{t+2} &= b_0 y_{t+1} + b_1 x_t = b_0 (b_0 x_t + b_1 x_{t-1}) + b_1 x_t = (b_0^2 + b_1) x_t + b_0 b_1 x_{t-1}, \\ y_{t+3} &= b_0 y_{t+2} + b_1 y_{t+1} = b_0 [(b_0^2 + b_1) x_t + b_0 b_1 x_{t-1}] + b_1 [b_0 x_t + b_1 x_{t-1}] = \\ &= (b_0^3 + 2b_0 b_1) x_t + (b_0^2 b_1 + b_1^2) x_{t-1}, \\ y_{t+4} &= b_0 y_{t+3} + b_1 y_{t+2} = b_0 [(b_0^3 + 2b_0 b_1) x_t + (b_0^2 b_1 + b_1^2) x_{t-1}] + \\ &+ b_1 [(b_0^2 + b_1) x_t + b_0 b_1 x_{t-1}] = (b_0^4 + 3b_0^2 b_1 + b_1^2) x_t + (b_0^3 b_1 + 2b_0 b_1^2) x_{t-1}. \\ &\vdots \end{aligned}$$

Либо можно записать:

$$y_{t+k} = \alpha_1(k) x_t + \alpha_2(k) x_{t-1}.$$

Выпишем ряд весовых коэффициентов при  $x_t$  для различных  $k$ :

$$\begin{aligned}
 \alpha_1(1) &= b_0 \\
 \alpha_1(2) &= b_0^2 + b_1 \\
 \alpha_1(3) &= b_0^3 + 2b_0b_1 \\
 \alpha_1(4) &= b_0^4 + 3b_0^2b_1 + b_1^2 \\
 \alpha_1(5) &= b_0^5 + 4b_0^3b_1 + 3b_0b_1^2 \\
 \alpha_1(6) &= b_0^6 + 5b_0^4b_1 + 6b_0^2b_1^2 + b_1^3 \\
 \alpha_1(7) &= b_0^7 + 6b_0^5b_1 + 10b_0^3b_1^2 + 4b_0b_1^3 \\
 \alpha_1(8) &= b_0^8 + 7b_0^6b_1 + 15b_0^4b_1^2 + 10b_0^2b_1^3 + b_1^4 \\
 &\vdots \\
 \alpha_1(k) &= b_0^k + \frac{(k-1)}{1!} b_0^{k-2} b_1 + \frac{(k-2)(k-3)}{2!} b_0^{k-4} b_1^2 + \dots \\
 &\dots + \frac{(k-r)(k-r-1)\dots(k-2r+1)}{r!} b_0^{k-2r} b_1^r,
 \end{aligned}$$

где  $\alpha_1(k)$  – это весовой коэффициент при  $x_t$ ;  $k$  – порядковый номер прогнозного значения;  $r$  – целая часть от деления  $\frac{k}{2}$ .

Иначе  $\alpha_1(k)$  можно записать в следующей форме:

$$\alpha_1(k) = C_k^0 b_0^k + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1 + \dots + C_{k-r}^r b_0^{k-2r} b_1^r.$$

Нетрудно заметить тот факт, что каждый из вертикальных рядов данной последовательности имеет биномиальные коэффициенты возрастающих прогрессий, представляющих собой сечение по основанию треугольника Паскаля (рис.).

1									
1	1								
1	2	1							
1	3	3	1						
1	4	6	4	1					
1	5	10	10	5	1				
1	6	15	20	15	6	1			
1	7	21	35	35	21	7	1		
1	8	28	56	70	56	28	8	1	
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1

Треугольник Паскаля

С помощью следующей леммы докажем, что выдвинутое утверждение верно для любого  $k$ .

**Лемма 1.** Пусть  $\alpha_1(k) = C_k^0 b_0^k + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1 + \dots + C_{k-r}^r b_0^{k-2r} b_1^r$  – весовой коэффициент при  $x_t$  при прогнозировании по МНЧР.

Тогда

$$\alpha_1(k+1) = C_{k+1}^0 b_0^{k+1} + C_k^1 b_0^{k-1} b_1 + \dots + C_{k-r+1}^r b_0^{k-2r+1} b_1^r.$$

**Доказательство.**

Отметим, что если  $k$  четное то, тогда  $r = \frac{k}{2}$ , в случае  $k$  нечетного, тогда  $r = \frac{k-1}{2}$ .

1. Рассмотрим первый случай при  $k$  четном, тогда искомую формулу весового коэффициента при  $x_1$  можно записать в следующем виде:

$$\alpha_1(k) = C_k^0 b_0^k + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1 + C_{k-2}^2 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k}{2}+1}^{\frac{k-1}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} b_1^{\frac{k}{2}}.$$

Заметим, что величина  $(k-1)$  нечетная, а в этом случае  $r = \frac{k-2}{2}$ , или  $r = \frac{k}{2} - 1$ . Тогда

$$\alpha_1(k-1) = C_{k-1}^0 b_0^{k-1} + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1 + C_{k-3}^2 b_0^{k-5} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k-1}{2}+1}^{\frac{k-2}{2}} b_0^3 b_1^{\frac{k-2}{2}} + C_{\frac{k-1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}}.$$

При этом количество членов в  $\alpha_1(k)$  на одно больше, чем у  $\alpha_1(k-1)$ .

Докажем по индукции, что

$$\alpha_1(k+1) = C_{k+1}^0 b_0^{k+1} + C_k^1 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-1}^2 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k}{2}+2}^{\frac{k-1}{2}} b_0^3 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k}{2}+1}^{\frac{k}{2}} b_0 b_1^{\frac{k}{2}}, \quad (2)$$

при условии, что  $k$  четное.

Пусть формула (2) верна. Тогда

$$\begin{aligned} \alpha_1(k+1) &= b_0 \alpha_1(k) + b_1 \alpha_1(k-1) = \\ &= b_0 \left[ C_k^0 b_0^k + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1 + C_{k-2}^2 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k}{2}+1}^{\frac{k-1}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} b_1^{\frac{k}{2}} \right] + \\ &+ b_1 \left[ C_{k-1}^0 b_0^{k-1} + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1 + C_{k-3}^2 b_0^{k-5} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k-1}{2}+1}^{\frac{k-2}{2}} b_0^3 b_1^{\frac{k-2}{2}} + C_{\frac{k-1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] = \\ &= \left[ C_k^0 b_0^{k+1} + C_{k-1}^1 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^2 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k}{2}+1}^{\frac{k-1}{2}} b_0^3 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} b_0 b_1^{\frac{k}{2}} \right] + \\ &+ \left[ C_{k-1}^0 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1^2 + C_{k-3}^2 b_0^{k-5} b_1^3 + \dots + C_{\frac{k-1}{2}+1}^{\frac{k-2}{2}} b_0^3 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k-1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] = \\ &= C_k^0 b_0^{k+1} + [C_{k-1}^1 + C_{k-1}^0] b_0^{k-1} b_1 + [C_{k-2}^2 + C_{k-2}^1] b_0^{k-3} b_1^2 + \dots \\ &\dots + \left[ C_{\frac{k}{2}+1}^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k}{2}+1}^{\frac{k-2}{2}} \right] b_0^3 b_1^{\frac{k-1}{2}} + \left[ C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k-1}{2}} \right] b_0 b_1^{\frac{k}{2}}. \end{aligned}$$

Используя свойства биномиальных коэффициентов

$$C_n^s + C_n^{s-1} = C_{n+1}^s, \quad C_n^0 = C_{n+1}^0 = 1,$$

получим

$$\begin{aligned} \alpha_1(k+1) &= b_0 \alpha_1(k) + b_1 \alpha_1(k-1) = \\ &= C_{k+1}^0 b_0^{k+1} + C_k^1 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-1}^2 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k}{2}+2}^{\frac{k-1}{2}} b_0^3 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k}{2}+1}^{\frac{k}{2}} b_0 b_1^{\frac{k}{2}}. \end{aligned}$$

что и требовалось.

2. Рассмотрим второй случай при  $k$  нечетном.

Тогда

$$\alpha_1(k) = C_k^0 b_0^k + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1 + C_{k-2}^2 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+3}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0^3 b_1^{\frac{k-3}{2}} + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}}.$$

В этом случае величина  $(k-1)$  четная, тогда  $r = \frac{k-1}{2}$ .

В свою очередь

$$\alpha_1(k-1) = C_{k-1}^0 b_0^{k-1} + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1 + C_{k-3}^2 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k-3}{2}} + C_{\frac{k-1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_1^{\frac{k-1}{2}}.$$

При этом количество членов в  $\alpha_1(k)$  тоже, что и у  $\alpha_1(k-1)$ .

Докажем по индукции, что

$$\alpha_1(k+1) = C_{k+1}^0 b_0^{k+1} + C_{k-2}^1 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-1}^2 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+3}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k+1}{2}} b_1^{\frac{k+1}{2}}, \quad (3)$$

при условии, что  $k$  нечетное.

Пусть формула (3) верна. Тогда

$$\begin{aligned} \alpha_1(k+1) &= b_0 \alpha_1(k) + b_1 \alpha_1(k-1) = \\ &= b_0 \left[ C_k^0 b_0^k + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1 + C_{k-2}^2 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+3}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0^3 b_1^{\frac{k-3}{2}} + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] + \\ &+ b_1 \left[ C_{k-1}^0 b_0^{k-1} + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1 + C_{k-3}^2 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k-3}{2}} + C_{\frac{k-1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] = \\ &= \left[ C_k^0 b_0^{k+1} + C_{k-1}^1 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^2 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+3}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0^4 b_1^{\frac{k-3}{2}} + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] + \\ &+ \left[ C_{k-1}^0 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1^2 + C_{k-3}^2 b_0^{k-5} b_1^3 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k-3}{2}} + C_{\frac{k-1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] = \\ &= C_k^0 b_0^{k+1} + [C_{k-1}^1 + C_{k-1}^0] b_0^{k-1} b_1 + [C_{k-2}^2 + C_{k-2}^1] b_0^{k-3} b_1^2 + \dots \\ &\dots + \left[ C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k-1}{2}}^{\frac{k-3}{2}} \right] b_0^2 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k-1}{2}}^{\frac{k+1}{2}} b_1^{\frac{k+1}{2}}. \end{aligned}$$

Воспользуемся уже указанными свойствами биномиальных коэффициентов и  $C_n^n = C_{n+1}^{n+1} = 1$ .

Получим

$$\alpha_1(k+1) = C_{k+1}^0 b_0^{k+1} + C_{k-2}^1 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-1}^2 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+3}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k+1}{2}} b_1^{\frac{k+1}{2}}.$$

Из пунктов 1 и 2 следует, что формула верна для любого  $k$ . Лемма доказана.

**Предложение 1.** Пусть  $\sum_{i=0}^{\infty} b_i^i$  – нормированный знакоположительный степенной ряд, где

$$0 < b_i < 1, \text{ т.е. } \sum_{i=0}^{\infty} b_i = b_0 + b_0^2 + b_0^3 \dots$$

Преобразуем ряд весовых коэффициентов при  $x_i$ , тогда:

$$\begin{aligned}\alpha_1(1) &= b_0 \\ \alpha_1(2) &= 2b_0^2 \\ \alpha_1(3) &= 3b_0^3 \\ \alpha_1(4) &= 5b_0^4 \\ \alpha_1(5) &= 8b_0^5 \\ \alpha_1(6) &= 13b_0^6 \\ &\vdots \\ \alpha_1(k) &= F_2(k+1)b_0^k,\end{aligned}$$

где  $F_2(k+1)$  – ряд чисел Фибоначчи.

**Определение 1.** Последовательность чисел, начинающаяся с двух единиц  $F_2(1) = F_2(2) = 1$ , а каждое из следующих получается сложением двух предыдущих, называется *рядом Фибоначчи*, а члены ее – *числами Фибоначчи*.

Покажем, что выдвинутое утверждение верно.

**Лемма 2.** Пусть  $\sum_{i=0}^{\infty} b_0^i$  – нормированный знакоположительный степенной ряд, где  $0 \leq b_0 < 1$ . Тогда  $\alpha_1(k) = F_2(k+1)b_0^k$ , где  $F_2(k+1)$  – ряд чисел Фибоначчи.

**Доказательство.** Ряд чисел Фибоначчи имеет общую рекурсивную формулу представления:

$$F_2(k+1) = F_2(k) + F_2(k-1).$$

Тогда

$$\begin{aligned}\alpha_1(k) &= b_0 \alpha_1(k-1) + b_0^2 \alpha_1(k-2) = b_0 (F_2(k)b_0^k) + b_0^2 (F_2(k-1)b_0^{k-1}) = \\ &= b_0^k (F_2(k) + F_2(k-1)) = F_2(k+1)b_0^k.\end{aligned}$$

Лемма доказана.

Докажем, что при увеличении  $k$  весовой коэффициент  $\alpha_1(k)$  обнуляется, в случае непревосходства  $b_0$  величины, обратной золотому сечению.

**Лемма 3.** Пусть  $b_0 < \frac{2}{1+\sqrt{5}}$ . Тогда  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ .

**Доказательство.** Воспользуемся формулой Бине [5]:

$$F_2(k) = \frac{\gamma_1^k - \gamma_2^k}{\sqrt{5}},$$

$$\text{где } \gamma_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}, \gamma_2 = \frac{1-\sqrt{5}}{2}.$$

Также произведем замену  $b_0 = \frac{1}{q}$ , где  $q > 1$ . Тогда

$$\alpha_1(k) = F_2(k+1) \frac{1}{q^k}.$$

Определим предел  $k$ -го члена:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\gamma_1^{(k+1)} - \gamma_2^{(k+1)}}{\sqrt{5}} \cdot \frac{1}{q^k} = \frac{1}{\sqrt{5}} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\gamma_1^{(k+1)} - \gamma_2^{(k+1)}}{q^k} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{5}} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\gamma_1^{(k+1)} \left( 1 - \left( \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \right)^{(k+1)} \right)}{q^k} = \frac{1}{\sqrt{5}} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\gamma_1^{(k+1)}}{q^k} = \frac{\gamma_1}{\sqrt{5}} \lim_{k \rightarrow \infty} \left( \frac{\gamma_1}{q} \right)^k = \frac{\gamma_1}{\sqrt{5}} * 0 = 0,$$

при  $q > \gamma_1$ .

Проверим ряд на сходимость по признаку Коши:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\alpha_1(k)} &= \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\frac{\gamma_1^{(k+1)} - \gamma_2^{(k+1)}}{\sqrt{5}q^k}} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{(\gamma_1^{(k+1)} - \gamma_2^{(k+1)})^{\frac{1}{k}}}{5^{\frac{1}{k+2}}q} = \frac{1}{q} \frac{\lim_{k \rightarrow \infty} (\gamma_1^{(k+1)} - \gamma_2^{(k+1)})^{\frac{1}{k}}}{\lim_{k \rightarrow \infty} 5^{\frac{1}{k+2}}} = \\ &= \frac{1}{q} \lim_{k \rightarrow \infty} \gamma_1^{\frac{(k+1)}{k}} \left( 1 - \frac{\gamma_2^{(k+1)}}{\gamma_1^{(k+1)}} \right)^{\frac{1}{k}} = \frac{1}{q} \lim_{k \rightarrow \infty} \gamma_1^{\frac{1}{k}} = \frac{\gamma_1}{q} \lim_{k \rightarrow \infty} \gamma_1^{\frac{1}{k}} = \frac{\gamma_1}{q} < 1 \end{aligned}$$

при  $q > \gamma_1$ .

Вернемся к замене, тогда при  $b_0 < \frac{1}{\gamma_1} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ . Лемма доказана.

Теперь рассмотрим ряд весовых коэффициентов при  $x_{t-1}$  для различных  $k$ :

$$\begin{aligned} \alpha_2(1) &= b_1 \\ \alpha_2(2) &= b_0 b_1 \\ \alpha_2(3) &= b_0^2 b_1 + b_1^2 \\ \alpha_2(4) &= b_0^3 b_1 + 2b_0 b_1^2 \\ \alpha_2(5) &= b_0^4 b_1 + 3b_0^2 b_1^2 + b_1^3 \\ \alpha_2(6) &= b_0^5 b_1 + 4b_0^3 b_1^2 + 3b_0 b_1^3 \\ \alpha_2(7) &= b_0^6 b_1 + 5b_0^4 b_1^2 + 6b_0^2 b_1^3 + b_1^4 \\ &\vdots \\ \alpha_2(k) &= b_0^{k-1} b_1 + \frac{(k-2)}{1!} b_0^{k-3} b_1^2 + \frac{(k-3)(k-4)}{2!} b_0^{k-5} b_1^3 + \dots \\ &\dots + \frac{(k-r-1)(k-r-2) \dots (k-2r)}{r!} b_0^{k-2r} b_1^{r+1}, \end{aligned}$$

где  $\alpha_2(k)$  – это весовой коэффициент при  $x_{t-1}$ ;  $k$  – порядковый номер прогнозного значения;  $r$  – целая часть от деления  $\frac{k-1}{2}$ .

Запишем  $\alpha_2(k)$  в следующей форме:

$$\alpha_2(k) = C_{k-1}^0 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{k-r}^r b_0^{k-2r} b_1^{r+1}.$$

Поэтому была сформулирована следующая лемма, доказательство ее аналогично лемме 1.

**Лемма 4.** Пусть  $\alpha_2(k) = C_{k-1}^0 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{k-r}^r b_0^{k-2r} b_1^{r+1}$  – весовой коэффициент при  $x_t$  при прогнозировании по МНЧР.

Тогда

$$\alpha_2(k+1) = C_k^0 b_0^k b_1 + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1^2 + \dots + C_{k-r-1}^{r+1} b_0^{k-2r-2} b_1^{r+2}.$$

**Доказательство.**

Как и в лемме 2 приведем доказательство для  $k$  -четного и нечетного.

1. Пусть  $k$  -четное, тогда  $\frac{k-1}{2}$ . В свою очередь:

$$\alpha_2(k) = C_{k-1}^0 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k-2}{2}}^{\frac{k-2}{2}} b_0 b_1^{\frac{k}{2}}.$$

Величины  $(k-1)$  и  $(k+1)$  нечетные:

$$\alpha_2(k-1) = C_{k-2}^0 b_0^{k-2} b_1 + C_{k-3}^1 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} b_1^{\frac{k}{2}}.$$

Докажем по индукции, что:

$$\alpha_2(k+1) = C_k^0 b_0^k b_1 + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+2}{2}}^{\frac{k+2}{2}} b_1^{\frac{k+2}{2}}, \quad (4)$$

при условии, что  $k$  четное.

Пусть формула (4) верна. Тогда

$$\begin{aligned} \alpha_2(k+1) &= b_0 \alpha_2(k) + b_1 \alpha_2(k-1) = \\ &= b_0 \left[ C_{k-1}^0 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k-2}{2}}^{\frac{k-2}{2}} b_0 b_1^{\frac{k}{2}} \right] + \\ &+ b_1 \left[ C_{k-2}^0 b_0^{k-2} b_1 + C_{k-3}^1 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} b_1^{\frac{k}{2}} \right] = \\ &= \left[ C_{k-1}^0 b_0^k b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-2} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k-2}{2}}^{\frac{k-2}{2}} b_0^2 b_1^{\frac{k}{2}} \right] + \\ &+ \left[ C_{k-2}^0 b_0^{k-2} b_1^2 + C_{k-3}^1 b_0^{k-4} b_1^3 + \dots + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} b_1^{\frac{k+2}{2}} \right] = \\ &= C_{k-1}^0 b_0^k b_1 + [C_{k-2}^1 + C_{k-2}^0] b_0^{k-2} b_1^2 + \dots + \left[ C_{\frac{k-2}{2}}^{\frac{k-2}{2}} + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} \right] b_0^2 b_1^{\frac{k}{2}} + C_{\frac{k}{2}}^{\frac{k}{2}} b_1^{\frac{k+2}{2}}. \end{aligned}$$

Воспользуемся уже указанными свойствами биномиальных коэффициентов. Получим

$$\alpha_2(k+1) = C_k^0 b_0^k b_1 + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+2}{2}}^{\frac{k+2}{2}} b_1^{\frac{k+2}{2}},$$

что и требовалось.

2. Пусть  $k$  нечетное, тогда  $r = \frac{k-1}{2}$ . В свою очередь:

$$\alpha_2(k) = C_{k-1}^0 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_1^{\frac{k-1}{2}}.$$

Величины  $(k-1)$  и  $(k+1)$  нечетные:

$$\alpha_2(k-1) = C_{k-2}^0 b_0^{k-2} b_1 + C_{k-3}^1 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-3}{2}}.$$

Докажем по индукции, что

$$\alpha_2(k+1) = C_k^0 b_0^k b_1 + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}} \quad (5)$$

при условии, что  $k$  четное.

Пусть формула (5) верна. Тогда

$$\begin{aligned} \alpha_2(k+1) &= b_0 \alpha_2(k) + b_1 \alpha_2(k-1) = \\ &= b_0 \left[ C_{k-1}^0 b_0^{k-1} b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-3} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] + \\ &+ b_1 \left[ C_{k-2}^0 b_0^{k-2} b_1 + C_{k-3}^1 b_0^{k-4} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-3}{2}} \right] = \\ &= \left[ C_{k-1}^0 b_0^k b_1 + C_{k-2}^1 b_0^{k-2} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] + \\ &+ \left[ C_{k-2}^0 b_0^{k-2} b_1^2 + C_{k-3}^1 b_0^{k-4} b_1^3 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-3}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}} \right] = \\ &= C_{k-1}^0 b_0^k b_1 + [C_{k-2}^1 + C_{k-2}^0] b_0^{k-1} b_1^2 + \dots + \left[ C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-3}{2}} \right] b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}}. \end{aligned}$$

Воспользуемся уже указанными свойствами биномиальных коэффициентов. Получим

$$\alpha_2(k+1) = C_k^0 b_0^k b_1 + C_{k-1}^1 b_0^{k-2} b_1^2 + \dots + C_{\frac{k+1}{2}}^{\frac{k-1}{2}} b_0 b_1^{\frac{k-1}{2}}.$$

Лемма доказана для любого  $k$ .

Используя предположение 1, преобразуем  $\alpha_2(k)$ , получим:

$$\begin{aligned} \alpha_2(1) &= b_0^2 \\ \alpha_2(2) &= b_0^3 \\ \alpha_2(3) &= 2b_0^4 \\ \alpha_2(4) &= 3b_0^5 \\ \alpha_2(5) &= 5b_0^6 \\ &\vdots \\ \alpha_2(k) &= F_2(k) b_0^{k+1}, \end{aligned}$$

где  $F_2(k)$  – ряд чисел Фибоначчи.

**Лемма 5.** Пусть  $\sum_{i=0}^{\infty} b_0^i$  – нормированный знакоположительный степенной ряд, где  $0 \leq b_1 < 1$ . То-

гда  $\alpha_2(k) = F_2(k) b_0^{k+1}$ , где  $F_2(k)$  – ряд чисел Фибоначчи.

**Доказательство.** Пусть лемма 5 верна. Тогда

$$\begin{aligned} \alpha_2(k) &= b_0 \alpha_2(k-1) + b_0^2 \alpha_2(k-2) = b_0 (F_2(k-1) b_0^k) + b_0^2 (F_2(k-2) b_0^{k-1}) = \\ &= b_0^{k+1} (F_2(k-1) + F_2(k-2)) = F_2(k) b_0^{k+1}. \end{aligned}$$

Лемма доказана.

Нетрудно доказать, что  $\alpha_2(k) \rightarrow 0$  при  $k \rightarrow \infty$ .

Как и в случае с  $\alpha_1(k)$ , при достаточно большом  $k$  коэффициент  $\alpha_2(k)$  будет зависеть от золотого сечения.

**Лемма 6.** Пусть  $b_0 < \frac{2}{1 + \sqrt{5}}$ . Тогда  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = 0$ .

**Доказательство.**

Произведем аналогичную замену  $b_0 = \frac{1}{q}$ , где  $q > 1$ .

Тогда

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\gamma_1^k - \gamma_2^k}{\sqrt{5}} * \frac{1}{q^{(k+1)}} = \frac{1}{\sqrt{5}q} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\gamma_1^k \left( 1 - \left( \frac{\gamma_2}{\gamma_1} \right)^k \right)}{q^k} = \frac{1}{\sqrt{5}q} \lim_{k \rightarrow \infty} \left( \frac{\gamma_1}{q} \right)^k = 0$$

при  $q > \gamma_1$ .

Проверим ряд на сходимость по признаку Коши:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\alpha_2(k)} &= \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\frac{\gamma_1^k - \gamma_2^k}{\sqrt{5}q^{(k+1)}}} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{(\gamma_1^k - \gamma_2^k)^{\frac{1}{k}}}{5^{\frac{1}{k+2}} q^{\frac{1}{k}}} = \\ &= \frac{1}{q} \frac{\lim_{k \rightarrow \infty} (\gamma_1^k - \gamma_2^k)^{\frac{1}{k}}}{\lim_{k \rightarrow \infty} 5^{\frac{1}{k+2}} q^{\frac{1}{k}}} = \frac{1}{q} \lim_{k \rightarrow \infty} \gamma_1 \left( 1 - \frac{\gamma_2^k}{\gamma_1^k} \right)^{\frac{1}{k}} = \frac{\gamma_1}{q} < 1 \end{aligned}$$

при  $q > \gamma_1$ .

Вернемся к замене, тогда при  $b_0 < \frac{1}{\gamma_1} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = 0$ . Теорема доказана.

Если из данного ряда коэффициентов  $\alpha_2(k)$  вынести  $b_1$  за скобки, мы получим:

$$\alpha_2(k) = b_1 \alpha_1(k-1).$$

С помощью следующей леммы докажем данное утверждение.

**Лемма 7.** Пусть  $\alpha_1(k)$  – это весовой коэффициент при  $x_t$ ,  $\alpha_2(k)$  – это весовой коэффициент при  $x_{t-1}$  при прогнозировании в AR(2) по МНЧР. Тогда  $\alpha_2(k) = b_1 \alpha_1(k-1)$ .

**Доказательство.** Согласно лемме 2:

$$\alpha_1(k-1) = F_2(k) b_0^{k-1}.$$

Согласно лемме 5:

$$\alpha_2(k) = F_2(k) b_0^{k+1} = F_2(k) b_0^{k-1} b_0^2 = F_2(k) b_0^{k-1} b_1 = b_1 \alpha_1(k-1).$$

Лемма доказана.

Поэтому  $\alpha_2(k)$  имеет те же свойства, что  $\alpha_1(k)$ .

Обобщим вышесказанное.

**Теорема 1.** Пусть  $y_{t+k} = \alpha_1(k)x_t + \alpha_2(k)x_{t-1}$  – прогнозная модель AR(2) по МНЧР. Тогда справедливы следующие утверждения:

- 1)  $\alpha_1(k) = F_2(k+1) b_0^k$ ;
- 2)  $\alpha_2(k) = F_2(k) b_0^{k+1}$ ;
- 3)  $\alpha_2(k) = b_1 \alpha_1(k-1)$ ;
- 4)  $\lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = 0$  при  $b_0 < \frac{2}{1 + \sqrt{5}}$ ;

$$5) \lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = \frac{1}{\sqrt{5}} \frac{1+\sqrt{5}}{2} x_t + \frac{1}{\sqrt{5}} \frac{2}{1+\sqrt{5}} x_{t-1} \text{ при } b_0 = \frac{2}{1+\sqrt{5}};$$

$$6) \lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = \infty \text{ при } b_0 > \frac{2}{1+\sqrt{5}}.$$

**Доказательство.** Первое утверждение доказывается леммой 2. Второе леммой 5. Третье утверждение на основе леммы 7.

Доказательство четвертого утверждения доказывается на основе лемм 3 и 6:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} &= \lim_{k \rightarrow \infty} (\alpha_1(k)x_t + \alpha_2(k)x_{t-1}) = \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k)x_t + \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k)x_{t-1} = \\ &= x_t \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) + x_{t-1} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = 0 \cdot x_t + 0 \cdot x_{t-1} = 0. \end{aligned}$$

На основе 3 и 6 леммы доказывается 5 и 6 пункт теоремы:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \frac{\gamma_1}{\sqrt{5}}, \quad \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = \frac{1}{\sqrt{5}} \frac{1}{\gamma_1}, \text{ при } b_0 = \gamma_1.$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = x_t \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) + x_{t-1} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = \frac{1}{\sqrt{5}} \frac{1+\sqrt{5}}{2} x_t + \frac{1}{\sqrt{5}} \frac{2}{1+\sqrt{5}} x_{t-1}.$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \infty, \quad \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = \infty, \text{ при } b_0 > \gamma_1.$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = x_t \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) + x_{t-1} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = \infty \cdot x_t + \infty \cdot x_{t-1} = \infty.$$

Теорема доказана.

Данная теорема позволяет сделать вывод о том, что любой прогноз в модели AR(2) – это распределение предыстории в будущем через золотое сечение.

Далее рассмотрим авторегрессию более высоких порядков.

### Авторегрессия 3-го порядка

Распишем прогноз при использовании трех предшествующих членов динамического ряда:

$$y_{t+k} = \alpha_1(k)x_t + \alpha_2(k)x_{t-1} + \alpha_3(k)x_{t-2}.$$

Используя предложение 1, представим коэффициенты  $\alpha_1(k)$  при  $x_t$ :

$$\alpha_1(1) = b_0$$

$$\alpha_1(2) = 2b_0^2$$

$$\alpha_1(3) = 4b_0^3$$

$$\alpha_1(4) = 7b_0^4$$

$$\alpha_1(5) = 13b_0^5$$

⋮

$$\alpha_1(k) = F_3(k+1)b_0^k,$$

где  $F_3(k+1)$  – ряд чисел Трибоначчи.

Напомним.

**Определение 2.** Ряд Трибоначчи – это последовательность чисел, заданная рекурсией  $F_3(k+1) = F_3(k) + F_3(k-1) + F_3(k-2)$ , где  $F_3(0) = 0$ ,  $F_3(1) = 1$ ,  $F_3(2) = 1$ ,  $F_3(3) = 2$ .

Был сформулирован и доказан ряд утверждений.

**Лемма 8.** Пусть  $\sum_{i=0}^{\infty} b_0^i$  – нормированный знакоположительный степенной ряд, где  $0 \leq b_0 < 1$ . Тогда  $\alpha_1(k) = F_3(k+1)b_0^k$ , где  $F_3(k)$  – ряд чисел Трибоначчи.

**Доказательство.** Воспользуемся математической индукцией. Тогда

$$\begin{aligned} \alpha_1(k) &= b_0 \alpha_1(k-1) + b_0^2 \alpha_1(k-2) + b_0^3 \alpha_1(k-3) = \\ &= b_0 (F_3(k)b_0^{k-1}) + b_0^2 (F_3(k-1)b_0^{k-2}) + b_0^3 (F_3(k-2)b_0^{k-3}) = \\ &= b_0^k (F_3(k) + F_3(k-1) + F_3(k-2)) = F_2(k+1)b_0^k. \end{aligned}$$

Лемма доказана.

**Лемма 9.** Пусть  $b_0 < \frac{1}{\left[ (19 + 3\sqrt{33})^{1/3} + (19 - 3\sqrt{33})^{1/3} + 1 \right]}$ . Тогда,  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ .

**Доказательство.** Ряд Трибоначчи, помимо рекурсии, можно выразить через функцию:

$$F_3(k) = \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^k}{\beta^2 - 2\beta + 4},$$

где  $\beta = \sqrt[3]{586 + 102\sqrt{33}}$ ,  $\lambda_1 = \sqrt[3]{19 + 3\sqrt{33}}$ ,  $\lambda_2 = \sqrt[3]{19 - 3\sqrt{33}}$ .

Произведем аналогичную замену  $b_0 = \frac{1}{q}$ , где  $q > 1$ .

Определим предел  $k$ -го члена:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) &= \lim_{k \rightarrow \infty} F_3(k+1)b_0^k = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^{k+1}}{\beta^2 - 2\beta + 4} \cdot \frac{1}{q^k} = \\ &= \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)}{\beta^2 - 2\beta + 4} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^k}{q^k}. \end{aligned}$$

В данной ситуации возможны 3 случая:

1)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ , при  $q > \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;

2)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)}{\beta^2 - 2\beta + 4}$ , при  $q = \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;

3)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \infty$ , при  $q < \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ .

Проверим ряд на сходимость по признаку Коши:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\alpha_1(k)} &= \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{F_3(k+1)b_0^k} = \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^{k+1}}{\beta^2 - 2\beta + 4} \cdot \frac{1}{q^k} \right]^{\frac{1}{k}} = \\ &= \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{\beta(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)}{\beta^2 - 2\beta + 4} \right]^{\frac{1}{k}} \left[ \frac{\left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^{\frac{k}{k}}}{q^{\frac{k}{k}}} \right] = \frac{\frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)}{q}. \end{aligned}$$

Также возможны 3 варианта:

- 1)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) < 1$  при  $q > \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;
- 2)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 1$  при  $q = \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;
- 3)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) > 1$  при  $q < \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ .

Вернемся к замене, тогда при  $b_0 < \frac{3}{(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)}$ ,  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ . Лемма доказана.

Представим коэффициенты  $\alpha_2(k)$  при  $x_{t-1}$ :

$$\begin{aligned} \alpha_2(1) &= b_0 \\ \alpha_2(2) &= 2b_0^2 \\ \alpha_2(3) &= 3b_0^3 \\ \alpha_2(4) &= 6b_0^4 \\ \alpha_2(5) &= 11b_0^5 \\ &\vdots \end{aligned}$$

$$\alpha_2(k) = F_3'(k+1)b_0^{k+1},$$

где  $F_3'(k+1)$  – модифицированный ряд чисел Трибоначчи.

**Определение 3.** Модифицированный ряд Трибоначчи – это последовательность чисел, заданная рекурсией  $F_3'(k+1) = F_3'(k) + F_3'(k-1) + F_3'(k-2)$ , где  $F_3(0) = 0$ ,  $F_3(1) = 0$ ,  $F_3(2) = 1$ ,  $F_3(3) = 2$ .

**Лемма 10.** Пусть  $\sum_{i=0}^{\infty} b_0^i$  – нормированный знакоположительный степенной ряд, где  $0 \leq b_0 < 1$ . Тогда  $\alpha_2(k) = F_3'(k+1)b_0^{k+1}$ , где  $F_3'(k+1)$  – модифицированный ряд чисел Трибоначчи.

**Доказательство.** Аналогично лемме 8:

$$\begin{aligned} \alpha_2(k) &= b_0 \alpha_2(k-1) + b_0^2 \alpha_2(k-2) + b_0^3 \alpha_2(k-3) = \\ &= b_0 (F_3'(k)b_0^k) + b_0^2 (F_3'(k-1)b_0^{k-1}) + b_0^3 (F_3'(k-2)b_0^{k-2}) = \end{aligned}$$

$$= b_0^{k+1} (F_3'(k) + F_3'(k-1) + F_3'(k-2)) = F_3'(k+1) b_0^{k+1}.$$

Лемма доказана.

**Лемма 11.** Пусть  $b_0 < \frac{1}{\left[ (19 + 3\sqrt{33})^{1/3} + (19 - 3\sqrt{33})^{1/3} + 1 \right]}$ . Тогда,  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) = 0$ .

**Доказательство.** Заметим, что числа модифицированного ряда Трибоначчи, начиная с 3, будут всегда меньше чисел обычного ряда Трибоначчи, поэтому в доказательстве будем использовать функцию из леммы 9.

Произведем аналогичную замену  $b_0 = \frac{1}{q}$ , где  $q > 1$ .

Определим предел  $k$ -го члена:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) &= \lim_{k \rightarrow \infty} F_3(k+1) b_0^{k+1} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^{k+1}}{\beta^2 - 2\beta + 4} \cdot \frac{1}{q^{k+1}} = \\ &= \frac{3\beta}{\beta^2 - 2\beta + 4} \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{\left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^{k+1}}{q^{k+1}} = \frac{3\beta}{\beta^2 - 2\beta + 4} \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{\frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)}{q} \right]^{k+1}. \end{aligned}$$

В данной ситуации возможны 3 случая:

- 1)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ , при  $q > \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;
- 2)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \frac{3\beta}{\beta^2 - 2\beta + 4}$ , при  $q = \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;
- 3)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \infty$ , при  $q < \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ .

Проверим ряд на сходимость по признаку Коши:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\alpha_1(k)} &= \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{F_3(k+1) b_0^{k+1}} = \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^{k+1}}{\beta^2 - 2\beta + 4} \cdot \frac{1}{q^{k+1}} \right]^{\frac{1}{k}} = \\ &= \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{\beta(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)}{(\beta^2 - 2\beta + 4)q} \right]^{\frac{1}{k}} \left[ \frac{\left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^{\frac{k}{k}}}{q^{\frac{k}{k}}} \right] = \frac{\frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)}{q}. \end{aligned}$$

Также возможны 3 варианта:

- 1)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) < 1$  при  $q > \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;

$$2) \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 1 \text{ при } q = \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1);$$

$$3) \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) > 1 \text{ при } q < \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1).$$

Вернемся к замене, тогда при  $b_0 < \frac{3}{(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ . Лемма доказана.

Представим коэффициенты  $\alpha_3(k)$  при  $x_{t-2}$ :

$$\begin{aligned} \alpha_3(1) &= b_0 \\ \alpha_3(2) &= b_0^2 \\ \alpha_3(3) &= 2b_0^3 \\ \alpha_3(4) &= 4b_0^4 \\ \alpha_3(5) &= 7b_0^5 \\ &\vdots \\ \alpha_3(k) &= F_3(k)b_0^{k+2}, \end{aligned}$$

где  $F_3(k)$  – ряд чисел Трибоначчи.

**Лемма 12.** Пусть  $\sum_{i=0}^{\infty} b_0^i$  – нормированный знакоположительный степенной ряд, где  $0 \leq b_0 < 1$ .

Тогда  $\alpha_3(k) = F_3(k)b_0^{k+2}$ , где  $F_3(k)$  – ряд чисел Трибоначчи.

**Доказательство.** Аналогично лемме 8 и 9:

$$\begin{aligned} \alpha_3(k) &= b_0 \alpha_3(k-1) + b_0^2 \alpha_3(k-2) + b_0^3 \alpha_3(k-3) = \\ &= b_0 (F_3(k-1)b_0^{k+1}) + b_0^2 (F_3(k-2)b_0^k) + b_0^3 (F_3(k-3)b_0^{k-1}) = \\ &= b_0^{k+2} (F_3(k-1) + F_3(k-2) + F_3(k-3)) = F_3(k)b_0^{k+2}. \end{aligned}$$

Лемма доказана.

**Лемма 13.** Пусть  $b_0 < \frac{1}{\left[ (19 + 3\sqrt{33})^{1/3} + (19 - 3\sqrt{33})^{1/3} + 1 \right]}$ . Тогда,  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_3(k) = 0$ .

**Доказательство.**

Произведем аналогичную замену  $b_0 = \frac{1}{q}$ , где  $q > 1$ .

Определим предел  $k$ -го члена:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_3(k) = \lim_{k \rightarrow \infty} F_3(k)b_0^{k+2} = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^k}{\beta^2 - 2\beta + 4} \cdot \frac{1}{q^{k+2}} =$$

$$= \frac{3\beta}{(\beta^2 - 2\beta + 4)} \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{\left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^k}{q} \right] \frac{1}{q^2} =$$

$$= \frac{3\beta}{(\beta^2 - 2\beta + 4)q^2} \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + 1}{3q} \right]^k.$$

В данной ситуации возможны 3 случая:

- 1)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ , при  $q > \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;
- 2)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \frac{27\beta}{(\beta^2 - 2\beta + 4)(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)^2}$ , при  $q = \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;
- 3)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = \infty$ , при  $q < \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ .

Проверим ряд на сходимость по признаку Коши:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{\alpha_3(k)} = \lim_{k \rightarrow \infty} \sqrt[k]{F_3(k)b_0^{k+2}} = \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{3\beta \left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^k}{\beta^2 - 2\beta + 4} \cdot \frac{1}{q^{k+2}} \right]^{\frac{1}{k}} =$$

$$= \lim_{k \rightarrow \infty} \left[ \frac{3\beta}{\beta^2 - 2\beta + 4} \right]^{\frac{1}{k}} \left[ \frac{\left( \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1) \right)^{\frac{k}{k}}}{q^{\frac{k+2}{k}}} \right] = \frac{\frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)}{q}.$$

Также возможны 3 варианта:

- 1)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) < 1$  при  $q > \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;
- 2)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 1$  при  $q = \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ ;
- 3)  $\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) > 1$  при  $q < \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)$ .

Вернемся к замене, тогда при  $b_0 < \frac{3}{(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) = 0$ . Лемма доказана.

**Лемма 14.** Пусть  $\alpha_1(k)$  – это весовой коэффициент при  $x_t$ ,  $\alpha_3(k)$  – это весовой коэффициент при  $x_{t-2}$  при прогнозировании в  $AR(3)$  по МНЧР. Тогда  $\alpha_3(k) = b_0^3 \alpha_1(k-1)$ .

**Доказательство.** Согласно лемме 8:

$$\alpha_1(k-1) = F_3(k)b_0^{k-1}.$$

Согласно лемме 10:

$$\alpha_3(k) = F_3(k)b_0^{k+2} = F_3(k)b_0^{k-1}b_0^3 = b_0^3\alpha_1(k-1).$$

Лемма доказана.

Поэтому  $\alpha_3(k)$  имеет те же свойства, что  $\alpha_1(k)$ .

Обобщим вышесказанное.

**Теорема 2.** Пусть  $y_{t+k} = \alpha_1(k)x_t + \alpha_2(k)x_{t-1} + \alpha_3(k)x_{t-2}$  – прогнозная модель AR(3) по МНР. Тогда справедливы следующие утверждения:

1)  $\alpha_1(k) = F_3(k+1)b_0^k$ ;

2)  $\alpha_2(k) = F'_3(k+1)b_0^{k+1}$ ;

3)  $\alpha_3(k) = F_3(k)b_0^{k+2}$ ;

4)  $\alpha_3(k) = b_0^3\alpha_1(k-1)$ ;

5)  $\lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = 0$ , при  $b_0 < \frac{1}{\left[ (19 + 3\sqrt{33})^{1/3} + (19 - 3\sqrt{33})^{1/3} + 1 \right]}$ ;

6)  $\lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = C$ , при  $b_0 = \frac{1}{\left[ (19 + 3\sqrt{33})^{1/3} + (19 - 3\sqrt{33})^{1/3} + 1 \right]}$ ;

7)  $\lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = \infty$ , при  $b_0 > \frac{1}{\left[ (19 + 3\sqrt{33})^{1/3} + (19 - 3\sqrt{33})^{1/3} + 1 \right]}$ .

**Доказательство.** Первое утверждение доказывается леммой 8. Второе леммой 10. Третье утверждение на основе леммы 12. Четвертое – леммой 14.

Доказательство пятого утверждения доказывается на основе лемм 9, 11 и 13:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} &= \lim_{k \rightarrow \infty} (\alpha_1(k)x_t + \alpha_2(k)x_{t-1} + \alpha_3(k)x_{t-2}) = \\ &= \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k)x_t + \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k)x_{t-1} + \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_3(k)x_{t-2} = \\ &= x_t \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) + x_{t-1} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) + x_{t-2} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_3(k) = \\ &= 0 * x_t + 0 * x_{t-1} + 0 * x_{t-2} = 0. \end{aligned}$$

На основе тех же лемм доказываются 6 и 7 пункты теоремы:

$$\begin{aligned} \lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} &= x_t \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) + x_{t-1} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) + x_{t-2} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_3(k) = \\ &= \frac{3\beta}{\beta^2 - 2\beta + 4} x_t + \frac{3\beta}{\beta^2 - 2\beta + 4} x_{t-1} + \frac{27\beta}{(\beta^2 - 2\beta + 4)(\lambda_1 + \lambda_2 + 1)^2} x_{t-2} \cdot \\ &= \lim_{k \rightarrow \infty} y_{t+k} = x_t \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_1(k) + x_{t-1} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_2(k) + x_{t-2} \lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_3(k) = \\ &= \infty \cdot x_t + \infty \cdot x_{t-1} + \infty \cdot x_{t-2} = \infty. \end{aligned}$$

Теорема доказана.

Из теоремы следует, что в ряде случаев прогноз в моделях AR(3) есть средневзвешенное последних трех значений динамического ряда с весами золотого сечения.

**Заключение.** При рассмотрении свойств прогнозов в AR(2) и AR(3) моделях на основе МНР была выявлена взаимосвязь будущих значений с золотым сечением.

В дальнейшем планируется рассмотреть авторегрессии более высоких порядков и выявить возможные закономерности прогнозов в этих моделях.

**Литература**

1. Эконометрия / А.А. Цыплаков, В.И. Суслов, Н.М. Ибрагимов [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 744 с.
2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1998. – 1022 с.
3. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. – М.: Мир, 1974. – Вып. 1.
4. Городов А.А. Моделирование временных рядов на основе нормированных числовых рядов // СУИТ. – 2010. – Вып. 22.
5. Воробьев Н.Н. Числа Фибоначчи. – М.: Наука, 1978. – 144 с.





## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 630.232

С.Л. Неходимова, Н.В. Фомина, М.В. Чижевская

### АЛЬГОФЛОРА ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В статье представлены результаты исследований альгофлоры почв лесных питомников, расположенных на территории Красноярского края. Данные, полученные в ходе выполнения научных работ, могут использоваться при проведении эколого-микробиологического мониторинга агрогенно-преобразованных почв.

**Ключевые слова:** альгофлора, лесной питомник, эколого-микробиологический питомник, почва, Красноярский край.

S.L. Nekhodimova, N.V. Fomina, M.V. Chizhevskaya

### SOIL ALGAL FLORA IN THE KRASNOYARSK REGION ARBORETUMS

The research results of the arboretum soils which are located on the Krasnoyarsk region territory are given in the article. The data received in the process of the scientific work, can be used for the ecological and microbiological monitoring of the agrogenerally converted soils.

**Key words:** algal flora, arboretum, ecological and microbiological nursery, soil, Krasnoyarsk region.

**Введение.** Видовой состав водорослей и цианобактерий является специфичным для различных видов почв и зависит от комплекса экологических факторов, поэтому может использоваться в оценке состояния агрогенно-преобразованных почв, характеризующихся различными способами обработки [1, 4, 5, 6].

На сегодняшний день накоплен обширный научный материал по видовому составу водорослей водных экосистем, почвенных водорослей урбозкосистем, почв загрязненных тяжелыми металлами и пестицидами, тогда как почвы лесных питомников мало изучены [2].

Изучение состояния почв питомников Красноярского края в настоящее время одна из актуальных задач, так как потери лесных ресурсов в результате пожаров в крае за последние 3 года довольно значительные.

Однако необходимо использование в этих целях наиболее информативных групп живых организмов, среди которых особое положение занимают цианопрокариоты (цианобактерии) и почвенные водоросли.

Альгологический состав почв лесных питомников Красноярского края в настоящее время не установлен. Это направление исследований является приоритетным, так как позволит дополнить данные по оценке их состояния и выработать новые биоремедиационные меры [3].

**Цель исследований.** Изучение альгофлоры почв лесных питомников Красноярского края.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследований являлись эдафотрофные водоросли и цианобактерии, выделенные из почвы, отобранной на полях с посевами семян сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), выращиваемых в лесных питомниках Средней Сибири (Красноярский край) – Мининском, Ермаковском, Маганском.

Почвенный покров *Мининского* лесопитомника представлен агротемно-серой тяжелосуглинистой почвой разной степени оподзоленности, оглеения, с разной мощностью гумусового горизонта в зависимости от расположения в микрорельефе (гумус – 7,5 %; N – 0,32 %; легкогидролизующий азот по Корнфильду – 33,7 мг/100 г почвы; рН солевой вытяжки – 4,3; рН водной – 5,2).

Почвенный покров *Ермаковского* лесопитомника представлен агрочерноземом глинисто-иллювиальным легкоглинистым на древнеаллювиальных песчаных отложениях (гумус – 8,9 %; N – 0,31 %; легкогидролизующий азот по Корнфильду – 19,5 мг / 100 г почвы; рН солевой вытяжки – 4,4, рН водной – 5,6).

Почвенный покров *Маганского* питомника представлен агросерой почвой тяжелосуглинистой с признаками оглеения на красно-бурой глине девонских отложений (гумус – 5,6 %; N – 0,28 %; легкогидролизующий азот по Корнфильду – 19,2 мг/100 г почвы; рН солевой вытяжки – 4,6, рН водной – 5,8).

Отбор проб осуществлялся общепринятыми в почвенной альгологии методами [5, 6]. Было изучено 140 усредненных почвенных проб (каждая из 10 индивидуальных образцов) в слое 0–15 см с 14 полей.

В ходе исследований использовалась современная система водорослей, основанная как на морфоцитологических признаках, так и на молекулярно-биологических данных.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Во всех исследуемых почвах обнаружены представители 4 отделов (*Cyanophyta*, *Bacillariophyta*, *Xanthophyta*, *Chlorophyta*), включающие 4 класса, 9 порядков, 12 семейств, 12 родов.

Полученные данные свидетельствуют об относительно экологическом благополучии почвы Ермаковского лесопитомника, так как в ней присутствуют все вышеперечисленные отделы, однако не в равном соотношении (рис. 1).

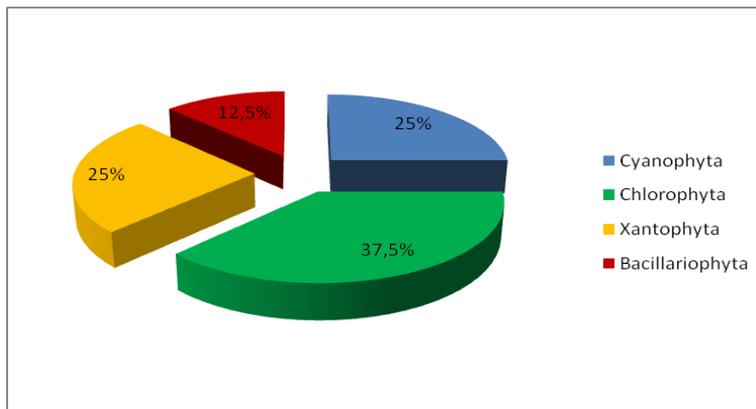


Рис. 1. Таксономическая структура циано-водорослевых ценозов (ЦВЦ) почвы Ермаковского лесного питомника

Представители отдела *Chlorophyta* преобладают в структуре почв всех трех исследуемых питомников и составляют 37,5; 42,8; 40,0 % для Ермаковского, Мининского и Маганского соответственно. Такое соотношение характерно для лесных почв, слабо подверженных антропогенной нагрузке [1].

Следует отметить, что основу альгофлоры почвы Мининского питомника составляет не только отдел *Chlorophyta*, но и *Cyanophyta*, на долю которого также приходится 42,8 % от общего видового разнообразия (рис. 2).

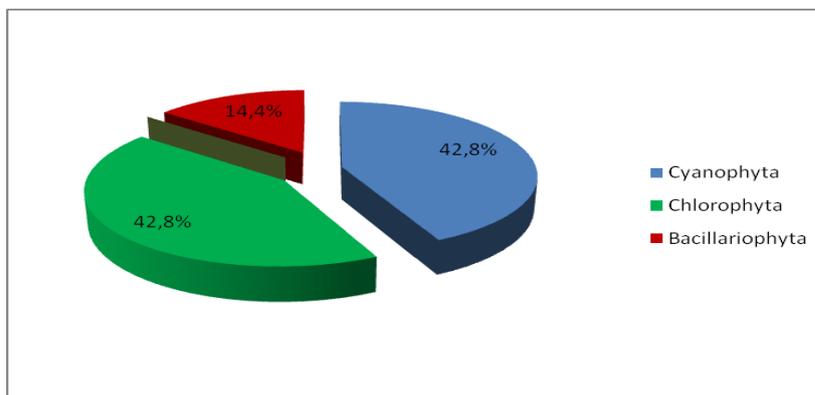


Рис. 2. Таксономическая структура ЦВЦ почвы Мининского лесопитомника

Особенностью таксономической структуры альгофлоры почвы Маганского питомника является равное соотношение представителей отделов *Chlorophyta* и *Bacillariophyta* – по 40 % соответственно (рис. 3). Соотношение *Cyanophyta/Chlorophyta* для почвы Ермаковского питомника составляет 0,66, что характерно для агрогенно преобразованных почв с наиболее стабильным экологическим состоянием [3].

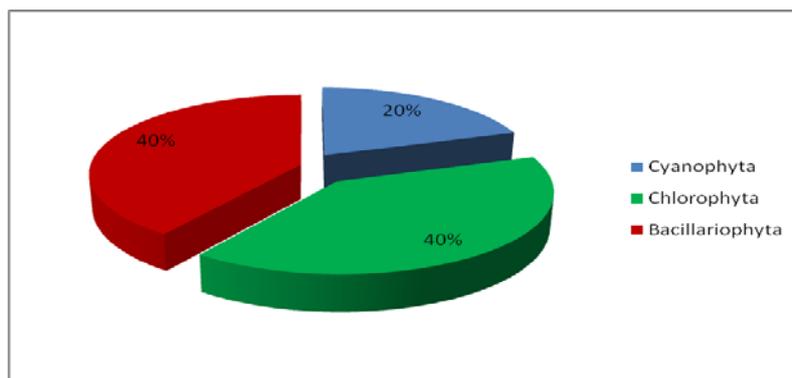


Рис. 3. Таксономическая структура ЦВЦ почвы Маганского лесопитомника

В свою очередь значение показателя аридности, т.е. соотношения *Cyanophyta* /*Chlorophyta* в почве Маганского питомника, меньше единицы и Мининского лесопитомника, равное единице, считается характерной чертой альгофлор лесных и лесостепных почв [3].

Обнаруженные в исследуемых почвах водоросли относятся к 9 порядкам: *Oscillatoriales*, *Klebsormidiales*, *Scenedesmales*, *Volvocales*, *Chlorellales*, *Botrydiales*, *Vaucheriales*, *Naviculales* *Bacillariales*. К числу ведущих родов альгофлоры почв питомников относятся *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Chlamydomonas*, *Bracteacoccus*, *Chlorella*, *Klebsormidium*, *Botrydiopsis*, *Vaucheria*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Nitschia* (табл.).

#### Список основных родов ЦВЦ почв лесных питомников

Название рода	Лесопитомник (место отбора проб)		
	Ермаковский	Мининский	Маганский
<i>Phormidium</i>	+	+	+
<i>Oscillatoria</i>	-	+	-
<i>Nostoc</i>	+	+	-
<i>Chlamydomonas</i>	+	+	+
<i>Bracteacoccus</i>	-	+	+
<i>Chlorella</i>	+	-	-
<i>Klebsormidium</i>	+	+	+
<i>Botrydiopsis</i>	+	-	-
<i>Vaucheria</i>	+	-	-
<i>Pinnularia</i>	-	-	+
<i>Navicula</i>	-	+	-
<i>Nitschia</i>	-	-	+

Примечание. (+) – род присутствует; (-) – род отсутствует.

Анализируя данные по качественному составу почв питомников, установили, что наибольшим видовым разнообразием отличается почва Ермаковского питомника (агрочернозем) (*Phormidium*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Chlamydomonas*, *Chlorella*, *Klebsormidium*, *Botrydiopsis*, *Vaucheria*, *Navicula*, *Nitschia*), меньшим – темно-серая лесная почва Мининского (*Phormidium*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Chlamydomonas*, *Bracteacoccus*, *Klebsormidium*, *Navicula*) и Маганского (серая лесная) *Phormidium*, *Chlamydomonas*, *Bracteacoccus*, *Klebsormidium*, *Pinnularia*.

#### Выводы

1. Во всех исследуемых почвах обнаружены представители 4 отделов (*Cyanoprocarota*, *Bacillariophyta*, *Xanthophyta*, *Chlorophyta*), включающие 4 класса, 9 порядков, 12 семейств, 12 родов. Первое место в родовом составе занимает отдел синезеленых водорослей (более 40 % всей флоры). Это показательно для почвенных водорослей регионов лесной зоны.

2. Обнаруженные в исследуемых почвах водоросли и цианобактерии относятся к 9 порядкам: *Oscillatoriales*, *Klebsormidiales*, *Scenedesmales*, *Volvocales*, *Chlorellales*, *Botrydiales*, *Vaucheriales*, *Naviculales* *Bacillariales*.

3. К числу ведущих родов альгофлоры почв лесных питомников, расположенных на территории Красноярского края, относятся *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Chlamydomonas*, *Bracteacoccus*, *Chlorella*, *Klebsormidium*, *Botrydiopsis*, *Vaucheria*, *Pinnularia*, *Navicula*, *Nitschia*.

#### Литература

1. *Алексахина Т.И., Штина Э.А.* Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. – М.: Наука, 1984. – 150 с.
2. *Домрачева Л.И.* «Цветение» почвы и закономерности его развития. – Сыктывкар, 2005. – 336 с.
3. *Кузьяметов Г.Г., Дубовик И.Е.* Методы изучения почвенных водорослей: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во Башкир. ун-та, 2001. – 60 с.
4. *Штина Э.А., Голлербах М.М.* Экология почвенных водорослей. – М.: Наука, 1976. – 144 с.
5. *Штина Э.А.* Методы изучения почвенных водорослей // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза: сб. ст. – М.: Наука, 1984. – С. 58–74.
6. *Штина Э.А.* Почвенные водоросли как компоненты биогеоценоза // Почвенные организмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 53–58.



УДК 631.4

*И.В. Комачкова*

#### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГА ПРИМОРЬЯ

*Исследованы почвы техногенных ландшафтов (эмбриоземы), сформировавшиеся на отвальных породах Павловского угольного месторождения. Изучено их морфологическое строение, основные физико-химические свойства и рассчитаны энергозапасы органической части почв. Установлены различия в морфологическом строении почвенного профиля и основных физико-химических показателях почв в зависимости от временной стадии их развития и состава вскрышных пород. Выявлены специфические особенности развития почв техногенных ландшафтов в пределах юга Приморского края. Предложена система показателей для оценки их экологического состояния.*

**Ключевые слова:** *почвы техногенных ландшафтов, эмбриоземы инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые, гумусово-аккумулятивные, энергозапасы органической части почв, мортмасса, гумус.*

*I.V. Komachkova*

#### SOIL ECOLOGICAL CONDITION IN THE SOUTHERN PRIMORYE TECHNOGENIC LANDSCAPES

*Soils of the technogenic landscapes (embriozems) that are formed on the debris in the Pavlovski coal deposit are researched. Their morphological structure, basic physical and chemical properties is studied and energy reserves of the soil organic part are calculated. Distinctions in the soil profile morphological structure and in the soil basic physical and chemical indicators depending on the time stage of their development and the overburden rock structure are determined. Specific peculiarities of the technogenic landscape soil development within the Primorskyi region south area are revealed. The indicator system for estimation of their ecological condition is offered.*

**Key words:** *technogenic landscape soils, initial embriozems, organic and accumulative, sod, humic and accumulative, soil organic part energy reserves, mortmass, humus.*

---

**Введение.** Процесс освоения минерального сырья на юге Дальнего Востока способствует возникновению техногенных, в частности, карьерно-отвальных ландшафтов. Общая площадь нарушенных земель в Хабаровском, Приморском краях и Амурской области составляет более 650 тыс. га [4, 5].

В результате открытой добычи угля происходит полное разрушение почвенно-растительного покрова и образовавшиеся отвалы могут длительное время сохранять облик техногенных пустынь. При технико-экономическом обосновании проведения рекультивационных работ необходимо учитывать специфику почвообразовательных процессов на отвальных породах, что может резко ускорить формирование почвенного покрова. Между тем в зависимости от временного интервала становления регенерационных экосистем в

техногенных ландшафтах, в связи со спецификой климатических условий Приморского края, по-разному могут проявляться процесс гумусоаккумуляции, отражаясь в облике формирующегося почвенного профиля и показателях гумусного состояния почв, что весьма важно учитывать при проведении мониторинговых исследований экологического состояния почвенного покрова техногенных ландшафтов.

Исследованиями по изучению почв техногенных ландшафтов и решению вопросов их рекультивации на юге Дальнего Востока охвачены в основном территории Хабаровского края и северные районы Приморского края [6, 7, 8, 11, 14, 15]. Территориям юга Приморья не уделялось должного внимания по исследованию закономерностей формирования почв в условиях техногенных ландшафтов, не решались вопросы их классификационной принадлежности и не проводилась оценка их экологического состояния.

**Цель исследований.** Установить общие закономерности в формировании почв на отвальных породах и разработать систему показателей для оценки их экологического состояния.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились на территории Павловского угольного месторождения, расположенного в Михайловском районе Приморского края. Павловское месторождение находится в Приханкайской гидротермической провинции, где сумма активных температур колеблется в пределах 2450–2500°С, осадков выпадает до 550–600 мм в год [12, 13]. Характер рельефа низменный. Из растительности преобладают разнотравно-злаково-вейниковые и осоково-вейниковые группировки. Породы, слагающие отвалы на территории Павловского месторождения, представлены в основном рыхлыми покровными отложениями суглинистого и глинистого состава.

Объектами исследований послужили почвы, сформированные на отвальных породах Павловского буругольного месторождения: участок Северо-Восточный (отвалы 1 год, 3 года, 8 лет после их отсыпки), Южный (12 лет), Северная депрессия (13 лет), Павловский (18 лет). В работе за основу взята классификация почв техногенных ландшафтов, разработанная И.М. Гаджиевым, В.М. Курачевым [3].

Определение гумуса проводили по методу И.В. Тюрина, подвижный фосфор определен по методу Кирсанова, обменный калий – по методу Масловой. Актуальную и обменную кислотность почв исследовали потенциометрически, гидролитическую кислотность – по Капену, сумму обменных оснований – методом Капена-Гильковица [2]. Гранулометрический состав определяли методом, рекомендованным для зональных агрохимических лабораторий, включающим обработку образца раствором пирофосфата натрия [1]. Запасы энергии в почвенном гумусе рассчитывали по формуле, предложенной Д.С. Орловым и Л.А. Гришиной [10].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Самозарастание изученных породных отвалов происходит постепенно. Появление растительности начинается уже через год после окончания отсыпки отвалов. Растительность при этом представлена отдельными представителями семейств злаковых и астровых. На отвале трехлетнего возраста состав растительности становится более разнообразным, в него входят представители семейств хвощевых, бобовых и астровых.

Анализ морфолого-генетического строения профилей почв с различным временным периодом их формирования позволяет отметить, что на отвалах 1- и 3-летнего возраста происходит формирование эмбриоземов инициальных, для которых характерно отсутствие каких-либо органогенных горизонтов. Строение профиля довольно примитивное, выделение горизонтов возможно лишь по плотности их сложения: на 1-летнем отвале С<sub>1</sub> (0–9 см) – С<sub>2</sub> (9–25 см) – С<sub>3</sub> (25–50 см); на 3-летнем – С<sub>1</sub> (0–12 см) – С<sub>2</sub> (12–35 см), С<sub>3</sub> (35–50 см). В связи с этим они отличаются очень малым содержанием гумуса (до 0,53 %), его запасов (5,8 т/га) и количеством энергии аккумулированной в гумусе (до 30,9 млн ккал/га (1 ккал = 4,19 кДж)). По гранулометрическому составу эмбриоземы инициальные относятся к глинам легким. Для них характерна кислая реакция среды по всему профилю (рН<sub>вод.</sub> 4,4–5,0) и низкая, либо средняя гидролитическая кислотность в поверхностных горизонтах профиля (от 1,3 мг экв/100 г почвы на 1-летнем отвале до 3,2 мг экв/100 г почвы – на 3-летнем). По содержанию основных элементов питания растений наблюдается следующая картина: содержание подвижных форм фосфора в поверхностных горизонтах профиля очень низкое, менее 1 мг/100 г почвы, подвижного калия – среднее (8–12 мг/100 г почвы).

На участках Северо-Восточный и Южный, на 8- и 12-летних отвалах в связи с развитием растительности происходит быстрое накопление растительного органического вещества в виде подстилки, формируются эмбриоземы органо-аккумулятивные. Строение профиля имеет вид: на 8-летнем отвале А<sub>0</sub> (0–1 см) – С<sub>1</sub> (1–4 см) – С<sub>2</sub> (4–17 см) – С<sub>3</sub> (17–50 см); на 12-летнем – А<sub>0</sub> (0–3 см) – С<sub>1</sub> (3–10 см) – С<sub>2</sub> (10–21 см) – С<sub>3</sub> (21–30 см) – С<sub>4</sub> (30–50 см). Для них характерно некоторое увеличение содержания гумуса до 0,63–0,74 %, его запасов в слое 0–20 см (10,4–12,7 т/га) и энергии, аккумулированной в гумусе (54,2–65,8 млн ккал/га). Согласно данным гранулометрического состава, эмбриоземы органо-аккумулятивные на 8-летнем отвале отнесены к глинам средним. Поверхностные горизонты 12-летних эмбриоземов характеризуются как средне- и тяжело-суглинистые, с глубиной наблюдается облегчение гранулометрического состава, преобладающей становится фракция песка среднего (супесь). Согласно показателям рН<sub>вод.</sub>, эмбриоземы органо-аккумулятивные, сформированные на 8-летнем отвале, имеют слабокислую реакцию среды (рН<sub>вод.</sub> 5,1–5,5). Профиль эмбриоземов на 12-летнем отвале характеризуется кислой реакцией среды (рН 3,8–4,5). Для органо-

аккумулятивных эмбриоземов свойственна средняя гидролитическая кислотность (3,5–4,6 мг экв/100 г почвы). Почвы, сформированные на 12-летнем отвале, обеднены основными элементами питания растений и характеризуются низким содержанием подвижных форм фосфора (1,2 мг/100 г почвы) и калия (6,9 мг/100 г почвы). Для 8-летних эмбриоземов характерно среднее содержание подвижных форм фосфора (2,6 мг/100 г почвы) и высокое содержание калия (19 мг/100 г почвы).

Интенсивное развитие подземной части растений на 13-летнем отвале участка Северная депрессия приводит к формированию эмбриоземов дерновых. Строение профиля дернового эмбриозема имеет вид: A<sub>0</sub> (0–0,5 см) – A<sub>d</sub> (0,5–3 см) – C<sub>1</sub> (3–6 см) – C<sub>2</sub> (6–19 см) – C<sub>3</sub> (19–30 см) – C<sub>4</sub> (30–50 см). Содержание гумуса в дерновом горизонте возрастает до 1,1 % по сравнению с почвами более ранних стадий развития. Запасы гумуса и количество энергии в слое 0–20 см несколько снижаются из-за низких параметров плотности почвы до 11,9 т/га и 58,9 млн ккал/га соответственно. По гранулометрическому составу поверхностные горизонты относятся к глинам средним, нижележащие – к глинам легким. Эмбриоземы дерновые имеют слабокислую реакцию среды (рН<sub>вод.</sub> 5,1–5,3) и среднюю гидролитическую кислотность (3,6–4,2 мг экв/100 г почвы) по всему профилю. По содержанию питательных элементов эмбриоземы дерновые отличаются средним содержанием подвижных форм фосфора в поверхностных горизонтах профиля (3,5 мг/100 г почвы) и повышенным содержанием подвижного калия (12,9–14,6 мг/100 г почвы).

В наиболее позднюю стадию развития почв на отвале, отсыпанном 18 лет назад, активизируются процессы гумусообразования, что проявляется в формировании гумусового горизонта мощностью до 5 см. На этом этапе формируются эмбриоземы гумусово-аккумулятивные, строение профиля которых имеет вид: A<sub>0</sub> (0–0,5 см) – A (0,5–6 см) – C<sub>1</sub> (6–17 см) – C<sub>2</sub> (17–28 см) – C<sub>3</sub> (28–50 см). Для них свойственно резкое увеличение содержания гумуса в поверхностном горизонте (до 8,0 %), его запасов (до 65,8 т/га) и, следовательно, энергозапасов в слое 0–20 см до 325,0 млн ккал/га. Вниз по профилю происходит резкое снижение гумуса до 1,1–0,2 %. По гранулометрическому составу профиль данного типа эмбриоземов отличается неоднородностью: поверхностные горизонты характеризуется как средне- и тяжелосуглинистые, с глубиной наблюдается облегчение гранулометрического состава, преобладающей становится фракция песка среднего. Эмбриоземы гумусово-аккумулятивные имеют кислую реакцию среды по всему профилю (рН<sub>вод.</sub> 4,2–4,8) и высокую гидролитическую кислотность в поверхностном горизонте (7,4 мг экв/100 г почвы). Для них характерно низкое содержание подвижного фосфора (1,1–2,4 мг/100 г почвы) и среднее содержание подвижных форм калия (8,2–8,8 мг/100 г почвы). По показателям рН<sub>сол.</sub> эмбриоземы дерновые отличались кислой реакцией среды, органо-аккумулятивные (8 лет) – сильнокислой, все остальные (1-, 3-, 12- и 18-летние) – очень сильнокислой.

Все вышесказанное позволяет отметить, что рассмотренные эмбриоземы в зависимости от породного состава отвалов, на которых они формируются, а также от временного периода их формирования, различались по основным физико-химическим показателям. Это дает возможность выделить группы почв по их экологическому состоянию. Под экологическим состоянием почв понимают комплекс почвенных свойств, определяющий степень их соответствия природно-климатическим условиям почвообразования и пригодности для устойчивого функционирования естественных и антропогенных экосистем [9].

Чем ближе химические и физико-химические параметры формирующихся почв техногенных ландшафтов к качеству естественных почв, тем выше их экологическое состояние. Ненарушенные почвы районов исследования характеризуются сравнительно средними показателями по содержанию гумуса, его запасам и энергозапасам (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание органического углерода, запасы гумуса и энергозапасы в почвах природных ландшафтов юга Приморья**

Почва	Горизонт, глубина, см	C, %	Запасы гумуса в слое 0–20 см, т/га	Энергозапасы в слое 0–20 см (Q <sub>Сорг.</sub> ), млн ккал/га***
Лугово-бурая**	A1 (0–18)	3,71	145	753
Лугово-бурая отбеленная*	A0A1 (0–7)	3,96	103	544
Буро-отбеленная*	A0A1 (0–7)	6,71	84	422

\* Аналитические данные Н.В. Хавкиной [13, 14]. \*\* Данные Г.И. Иванова [4]. \*\*\* Данные Л.Н. Пуртовой, Н.М. Костенкова [11].

Для почв же техногенных ландшафтов такие показатели будут считаться высокими. Поэтому возникает необходимость в разработке критериев и корректировке существующих градаций для оценки экологического состояния эмбриоземов юга Приморья. На первом этапе оценки все характеристики экологического состояния были объединены в определенную систему показателей. Каждому показателю соответствуют баллы в порядке увеличения качественной оценки от худшей к лучшей (табл. 2).

Таблица 2

## Показатели для оценки экологического состояния эмбриоземов

Показатель	Величина	Оценка	Оценочный балл
Содержание гумуса, %	< 1	Очень низкое	I
	1–2	Низкое	II
	2–4	Среднее	III
	4–6	Высокое	IV
	> 6	Очень высокое	V
Запасы гумуса, т/га	< 10	Очень низкие	I
	10–50	Низкие	II
	50–100	Средние	III
	> 100	Высокие	IV
Энергозапасы в слое 0–20 см, млн ккал га	< 50	Очень низкие	I
	50–150	Низкие	II
	150–250	Средние	III
	250–350	Высокие	IV
Содержание подвижного калия, мг/100 г почвы	< 4	Очень низкое	I
	4–8	Низкое	II
	8–12	Среднее	III
	12–25	Повышенное или высокое	IV
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г почвы	< 1 и > 25	Очень низкое	I
	1,1–2,5	Низкое	II
	2,6–3,7	Среднее	III
Обменная кислотность, рН <sub>сол.</sub>	< 4,0 и > 7,0	Очень сильнокислая	I
	4,1–4,5	Сильнокислая	II
	4,6–5,0	Кислая	III
Гидролитическая кислотность мг-экв /100 г почвы	< 3	Низкая	I
	3–5	Незначительная	II
	5–10	Значительная	III

После выделения категорий и присвоения баллов проведена окончательная оценка экологического состояния эмбриоземов по среднему баллу (табл. 3).

Оценка экологического состояния эмбриоземов Павловского угольного месторождения

Эмбриозем	Показатель							Средний балл
	Содержание гумуса	Запасы гумуса	Энергозапасы в слое 0–20 см	Подвижные формы фосфора	Подвижные формы калия	pH <sub>соед.</sub>	Гидролитическая кислотность	
Инициальный, 1 год	I	I	I	I	III	I	I	1,28
Инициальный, 3 года	I	I	I	I	III	I	II	1,42
Органо-аккумулятивный, 8 лет	I	II	II	III	IV	II	II	2,28
Органо-аккумулятивный, 12 лет	I	II	II	II	I	I	II	1,57
Дерновый, 13 лет	II	II	II	III	III	III	II	2,42
Гумусово-аккумулятивный, 18 лет	V	III	IV	II	III	I	III	3,0

Примечание. I–IV – баллы.

На основании средних баллов по предложенным показателям была выполнена группировка и оценка почв техногенных ландшафтов по экологическому состоянию (табл. 4).

Таблица 4

Группировка эмбриоземов по экологическому состоянию

Группа	Средний балл	Экологическое состояние	Эмбриозем, возраст
I	1,0–1,5	Критическое	Инициальные (1 и 3 года)
II	1,5–2,0	Крайне неудовлетворительное	Органо-аккумулятивные (12 лет)
III	2,0–2,5	Неудовлетворительное	Органо-аккумулятивные (8 лет), дерновые (13 лет)
IV	2,5–3,0	Удовлетворительное	Гумусово-аккумулятивные (18 лет)

Согласно группировке эмбриоземов, их экологическое состояние изменяется от критического до удовлетворительного.

### Выводы

1. Почвенный покров техногенных ландшафтов Приморья представлен эмбриоземами инициальными, органо-аккумулятивными, дерновыми и гумусово-аккумулятивными. Специфической чертой эмбриоземов юга Приморья является быстрое формирование гумусового горизонта, обусловленное влиянием складывающихся гидротермических условий в данном регионе и исходным составом почвообразующих пород.

2. По кислотно-основным показателям эмбриоземы Павловского месторождения характеризуются слабокислой и кислой реакцией среды. В процессе развития почв на отвалах отмечается увеличение гидролитической кислотности в поверхностных горизонтах профиля.

3. С удлинением временного периода формирования эмбриоземов в связи с развитием растительности происходит увеличение содержания гумуса, его запасов и энергозапасов органической части почв.

4. Выделены группы почв по содержанию гумуса, его запасам в слое 0–20 см, содержанию подвижных форм фосфора и калия, актуальной, обменной и гидролитической кислотности, а также по запасам энергии, аккумулированной в гумусе. Это позволило разработать систему показателей для оценки экологического

состояния почв техногенных ландшафтов и установить, что экологическое состояние эмбриоземов изменялось от критического до удовлетворительного в процессе их развития.

### Литература

1. Агрохимические методы исследования почв / под. ред. А.В. Соколова. – М., 1975. – 436 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М., 1970. – 487 с.
3. Гаджиев И.М., Курачев В.М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. – 305 с.
4. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. – М.: Наука, 1976. – 198 с.
5. Ивлев А.М., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Изменение почв юга Дальнего Востока под воздействием техногенеза // Почвоведение, история, социология, методология. – М.: Наука, 2005. – С. 416–418.
6. Костенков Н.М., Пуртова Л.Н. Общие закономерности формирования почв на отвальных породах и их гумусовое состояние // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – Вып. 6. – С. 17–22.
7. Костенков Н.М., Пуртова Л.Н. Посттехногенное почвообразование на отвальных породах как фактор восстановления природных ландшафтов // Изв. Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12. – № 1(4). – С. 1032–1038.
8. Крупская Л.Т. Техногенное разрушение почв на горных предприятиях юга Дальнего Востока России и их рекультивация: дис. ... д-ра биол. наук. – Хабаровск, 1994. – 322 с.
9. Макаров О.А. Почему нужно оценивать почву? (состояние/качество почвы: оценка, нормирование, управление, сертификация). – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 259 с.
10. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.
11. Пуртова Л.Н., Костенков Н.М. Энергетическое состояние почв Дальнего Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 136 с.
12. Степанько А.А. Агрогеографическая оценка земельных ресурсов и их использование в районах Дальнего Востока. – Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 1992. – 114 с.
13. Хавкина Н.В. Органическое вещество почв низких террас Приханкайской равнины // Сообщение ДФ СО АН СССР. – 1962. – Вып. 16. – С. 81–85.
14. Хавкина Н.В. Гумус основных типов почв Западно-Приморской равнины // Генезис бурых лесных почв / БПИ ДВНЦ АН СССР. – Владивосток, 1972. – Т. 10. – С. 126–132.
15. Шляхов С.А. Техногенные поверхностные образования в местах золотодобычи на Буреинском нагорье. – Владивосток, 2002. – 36 с.





## РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.522/524:633.16

С.А. Герасимов, А.Г. Липшин, А.В. Сумина

### АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ И ЛИНИЙ ЯЧМЕНЯ СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

*В статье рассматриваются показатели пластичности и стабильности базовых линий ячменя сибирской селекции, которые характеризуют их продуктивность. Выделены образцы ячменя с различным содержанием белка и высоким содержанием жира при выращивании в различных агроэкологических условиях.*

**Ключевые слова:** ячмень, базовые линии, агроэкологические условия, пластичность и стабильность урожая, белок, жир.

S.A. Gerasimov, A.G. Lipshin, A.V. Sumina

### AGROECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF THE SIBERIAN SELECTION BARLEY SPECIES AND LINES

*The indicators of plasticity and stability of the basic lines of the Siberian selection barley that are characterized by their productivity are considered in the article. The samples of barley with various protein availability and high fat content when they are grown in different agro-ecological conditions are emphasized.*

**Key words:** barley, basic lines, agro-ecological conditions, yield plasticity and stability, protein, fat.

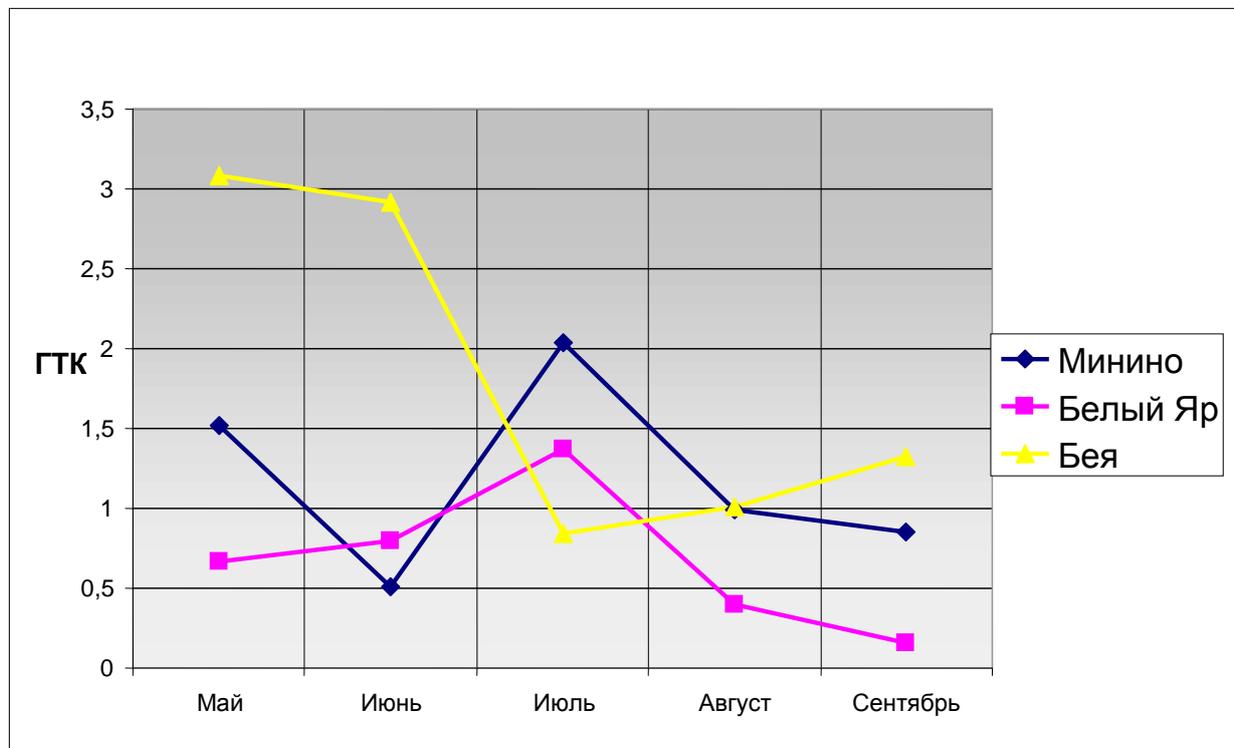
Формирование стабильного урожая культурных растений зависит от условий их возделывания и нормы реакции сортов на эти условия. Вследствие этого селекция зерновых культур на экологическую пластичность основывается на количественной оценке степени изменчивости сортов в зависимости от агроклиматических условий [1]. Оптимальные сочетания в одном генотипе показателей высокой пластичности и стабильности урожая в меняющихся условиях внешней среды являются важнейшим направлением селекции [2]. В связи с этим важно учитывать варьирование уровня стабильности урожая и элементов продуктивности при подборе исходного материала для гибридизации в селекции на повышенную адаптивность новых сортов ячменя [3].

**Цель исследований.** Выявить высокопродуктивные формы ячменя сибирской селекции для использования их в качестве исходного материала, положительно сочетающие в себе такие важные свойства, как пластичность и стабильность при возделывании в различных агроэкологических условиях.

**Материалы и методы исследований.** Оценку пластичности и стабильности урожая при возделывании в разных агроклиматических условиях проводили с сортами и селекционными линиями сибирской селекции Ача ((Парагон×Кристина)×(Джет×Обской)×(Новосибирский 1×Винер) (СибНИИРС), Омский 96 (Нутанс 4382×Нутанс 88 (отбор *in vitro* из гибридной комбинации)), Омский голозерный 1 ((Голозерный×Омский 88)×(Голозерный×Омский 91)) (СибНИИСХ), Буян (Кедр×Jo 1345 (Финляндия), Соболек ((Ц-739×А 1305)×F 63]×Баджей) (Красноярский НИИСХ), Бархатный (и. о. из образца Синьзянь-Йогурского АО КНР), Партнер (Институт Северного Зауралья), Симон (Баган×Виола) (Кемеровский НИИСХ) в разные годы, занесенными в Государственный реестр РФ по 10 и 11 регионам. Набор перспективных линий включал в себя А-5552 (S 331<sub>к-28019 мексика</sub>×Баган), А-5554 (S 331<sub>к-28019 мексика</sub>×Г-18619), Г-18619 ((Дина×Баган)×(Таловский 34×Баган)), Г-19589 ((Баган×Г-14400)×(Г-9869×Новосибирский 80)), Г-20752 ((Г-18619×Ача)×(Г-17912×Г-18619)) (СибНИИРС), Медикум 4771 (F<sub>7</sub> 5071 (Медикум 4602×Гонар)), Нутанс 4765 (F<sub>11</sub> 4730 (Омский 90×Femina) (Германия)), Паллидум 4727 (F<sub>12</sub> 4487 (Омский 85×к-29895, США, Stark)), Рикотензе 4783 (F<sub>11</sub> 4681 (Рикотензе+Паллидум 4414×Паллидум 4426) (СибНИИСХ), КМ-564 (Rf-8×Лука) (Кемеровский НИИСХ).

Метеорологические условия в пунктах проведения опытов различались по обеспеченности осадками и режимам среднесуточных температур. Наиболее благоприятный режим увлажнения сложился в период всходов и налива зерна в ОПХ «Минино» (Красноярская лесостепь) (рис.). Среднее значение ГТК за вегета-

цию в этом пункте составило 1,18 с минимальным значением в июне (0,51), и максимальным значением в июле (2,04). Количество выпавших осадков здесь превышало среднеголетнюю норму в мае на 29,7 % и в июле – на 73,2 %. В период закладки колоса в июне осадков выпало на 37,0 % меньше среднеголетнего уровня, что отрицательно сказалось на формировании числа зерен в колосе. Налив зерна в августе также проходил при недостатке осадков (-27,5 %), что явилось серьезным препятствием для нормального прохождения фазы налива зерна. Рост и развитие основных фаз проходили при оптимальном режиме среднесуточных температур (июнь (+18,0 %), июль (-2,1 %), август (-6,9 %) от среднеголетних температур).



Режим увлажнения по месяцам в пунктах исследований за период вегетации в 2010 г.

В Белом яре (Республика Хакасия) ГТК за вегетацию растений составил 0,68 при некотором превышении среднесуточных температур в условиях недостаточной обеспеченности осадками. В июле ГТК составил 1,37, что оказало положительное влияние на завязываемость зерен в колосе. Количество выпавших осадков превышало среднеголетнюю норму в июле на 19,8 %. В то же время в мае их выпало на 29,5 %, в июне – на 23,6, в августе – на 63,5 % меньше среднеголетних показателей. При этом среднемесячная температура воздуха в мае была несколько ниже среднеголетней (-14,5 %), в остальные периоды приближалась к среднеголетним данным (+4,0 – 19,8 %).

В Бее (Республика Хакасия) средний ГТК за вегетацию составил 1,83, что характеризует высокую увлажненность вегетационного периода. В мае ГТК составил 3,08, в июне – 2,92. Количество выпавших осадков значительно превысило норму в мае (+72,6 %) и в июне (+148,2 %). В то же время недостаток осадков остро ощущался в такие критические фазы, как колошение (-42,3 %) и налив зерна (-32,7 %). При этом в июне среднемесячная температура воздуха была выше среднеголетних данных и не отличалась от них в июле и августе. Существенный недостаток тепла наблюдался в мае (-15,4 %), что сказалось на увеличении продолжительности периода кущения.

В ОПХ «Минино» почва представлена обыкновенным маломощным и среднемощным черноземами с проявлением эрозионных процессов. Чернозем обыкновенный характеризуется благоприятными почвенными условиями: средним содержанием гумуса 4,2 %, повышенным содержанием фосфора и очень высоким содержанием калия, нейтральной реакцией почвенного раствора pH – 6,2.

В Белом яре (открытая степь) почва представлена обыкновенным черноземом с низким содержанием гумуса – 2,6 %, нейтральной pH – 7,1.

В Бее (открытая степь) почва – обыкновенный чернозем, содержание гумуса 3,8 %, pH близко к нейтральной – 7,3.

Анализ элементов структуры урожая ячменя в конце вегетации проведено по стандартной методике ВИР.

Расчет параметров пластичности и стабильности проводили по S.H. Eberhart и W.A. Russel сделан в изложении В.А. Зыкина, В.В. Мешкова, В.А. Сапегы [4].

Содержание белка измеряли по методу Кьельдаля [5], содержание белка – по ГОСТ 13496.15-97 [6].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Урожайность является интегрированным показателем продуктивности сорта и зависит от развития слагающих ее элементов продуктивности, которые находятся в сильной зависимости от условий выращивания. Установлено, что угнетение одних из них может компенсироваться за счет более высокого уровня развития других.

Высокой продуктивной кустистостью и стабильностью в наших опытах характеризуются сорта и линии Ача, Г-18619 (СибНИИРС), Омский 96 (Омский НИИСХ), КМ 564 (Кемеровский НИИСХ), сформировавшие от 1,6 до 3,0 продуктивных стеблей на одно растение (табл. 1). Отмечая доминирующий вклад продуктивной кустистости в урожай, нами выявлено сравнительно невысокое варьирование этого показателя продуктивности в различных пунктах выращивания ( $C_v=24,8-35,5\%$ ).

Наиболее варьирующим показателем продуктивности в наших опытах оказалась озерненность главного колоса ( $C_v=35,8-41,0\%$ ). Отмечена существенная разнокачественность показателей числа зерен в главном колосе в зависимости от сортовой принадлежности и пунктах выращивания. Наименьшей изменчивостью данного показателя характеризуются Ача (СибНИИРС), Паллидум 4727, Паллидум 4755, Нутанс 4765 (Омский НИИСХ), Буян (Красноярский НИИСХ), КМ 564 (Кемеровский НИИСХ). Максимальным числом зерен в главном колосе характеризуются двурядная селекционная линия КМ 564 (22,0 зерна), среди 6-рядных форм – Паллидум 4755 (38,2 зерен).

Показатели массы 1000 зерен также находятся в сильной зависимости от условий внешней среды. Однако по широте изменчивости эти показатели уступают остальным элементам продуктивности (табл. 2).

К числу селекционных источников по крупности зерна относятся А-5552, Г-19589 (СибНИИРС), Медикум 4171 (Омский НИИСХ), КМ 564 (Кемеровский НИИСХ), Партнер (Ин-т Сев. Зауралья).

Таблица 1

**Составляющие элементы урожая образцов ячменя в 2010 году при выращивании на различных агротехнических фонах**

№ п/п	Сорт, линия	Продуктивная кустистость, шт.			Число зерен, шт.			Масса 1000 зерен, г		
		Минино	Белый яр	Бея	Минино	Белый яр	Бея	Минино	Белый яр	Бея
1	Ача	3	2,1	2,3	19,7	19,8	16,7	42,7	54,2	44,2
2	А 5552	2,5	1,2	1,2	19,3	15,1	11,8	53,1	54,8	51,7
3	А 5554	2,4	1,6	1,3	15,6	15,4	15,2	42,1	49,2	46,1
4	Г-18619	2,4	1,4	1,6	14,3	14,5	14,3	48,4	58,7	43,1
5	Г-19589	3,1	1,1	1,1	23,2	16,4	17,8	56,7	56,3	59,2
6	Г-20752	2,0	1,3	1,3	16,0	15,4	12,9	52,6	54,8	48,3
7	Медикум 4171	2,6	1,4	1,5	22,2	16,6	16,4	50,3	56,3	57,6
8	Нутанс 4765	2,8	1,2	1,2	19,8	18,1	15,8	48,5	50,9	44,2
9	Омский 96	2,0	2,1	1,7	16,7	16,4	15,7	49,2	51,5	47,1
10	Омский гол.1	1,7	1,2	1,6	18,4	16,2	15,9	45,9	60,1	46,2
11	Паллидум 4727	1,0	1,0	1,0	23,0	31,2	30,3	39,0	40,8	40,3
12	Палидум 4755	1,1	1,1	1,1	36,8	38,2	36,4	42,3	43,9	40,7
13	Рикотензе 4783	1,1	1,1	1,2	44,4	32,4	38,4	40,6	49,2	27,1
14	Буян	1,3	1,1	1,3	19,0	17,9	17,9	45,4	50,8	42,5
15	Соболек	1,2	1,2	1,6	29,8	23,5	21,3	37,7	36,5	38,1
16	Бархатный	1,1	1,3	1,4	37,3	33,2	28,1	36,3	43,8	41,2
17	Партнер	1,6	1,3	1,3	21,5	15,8	13,1	51,6	60,2	61,2
18	КМ 564	2,4	2,1	2,3	22,0	20,8	17,1	48,2	51,3	53,1
19	Симон	2,5	1,5	1,6	17,4	15,4	13,2	44,0	53,4	46,3
	Среднее	2,0	1,4	1,5	23,0	20,6	19,4	46,0	51,4	46,2
	Коэффициент вариации	35,53	25,4	24,75	35,92	35,82	40,96	12,2	12,54	17,35
	Амплитуда колебания	2,1	1,1	1,3	30,1	23,7	26,6	20,4	23,7	34,1

Особо следует отметить линию КМ 564 (Rf 8×Лука), которая характеризуется в целом высокими значениями элементов урожая и их сбалансированным сочетанием как в благоприятных условиях, так и в условиях низкого агротехнического фона. Данная линия обладает низкой экологической пластичностью ( $b_i=0,4$ ) и средней стабильностью урожая ( $\sigma^2d=5146$ ).

Таблица 2

## Пластичность и стабильность образцов ячменя сибирской селекции в 2010 г.

Сорт, линии	Урожайность, г/м <sup>2</sup>			CV, % коэффициент вариации	В <sub>i</sub> , пластичность	σ <sup>2</sup> d, стабильность
	Минино	Белый яр	Бея			
Ача	616	593	518	8,9	0,8	266
А 5552	533	346	154	55,0	3,0	282
А 5554	539	331	275	36,4	2,0	5627
Г-18619	566	386	264	37,5	2,4	1492
Г-19589	372	307	351	9,7	0,1	2064
Г-20752	355	361	217	26,2	1,1	2941
Медикум 4171	366	347	337	4,2	0,2	26
Нутанс 4765	522	296	250	40,9	2,1	7537
Омский 96	433	470	361	13,2	0,6	3123
Омский гол. 1	350	286	299	10,9	0,4	1149
Палидум 4727	366	314	292	11,7	0,6	253
Палидум 4755	461	576	430	15,7	0,3	10972
Рикотензе 4783	477	598	308	31,6	1,5	25274
Буян	533	312	292	35,3	1,8	804
Соболек	500	337	427	19,4	0,5	11376
Бархатный	439	452	434	2,1	0,1	153
Партнер	383	386	322	9,9	0,5	588
КМ 564	616	683	568	9,3	0,4	5146
Симон	322	310	240	15,2	0,7	382
Средняя	460	405	334	20,7	1,0	4181,8
I <sub>j</sub> индекс среды	6,1	0,5	-6,6			
CV, % вариация	20,3	30,1	31,1		85,8	148,9
Колебание	294	397	414		2,9	25248

Условия для формирования урожая в степных районах Хакасии (Бея) были менее благоприятными по условиям увлажнения и обеспеченности питательными веществами. Это сказалось в первую очередь на среднем уровне урожайности, который составил по всем изучаемым образцам ячменя 334 г/м<sup>2</sup>.

Высокой пластичностью, обуславливающей широкую экологическую адаптивность, показали образцы ячменя, коэффициенты регрессии которых на индексы среды были самыми высокими (1,1–3,0). При этом пластичные формы А-5552 и Буян в то же время имели низкое значение показателя стабильности урожая ( $\sigma^2d$ ) – 282-804) и были отнесены нами к высокостабильным сортам.

Среди изученных генотипов ячменя в 2010 году наиболее отзывчивы на агротехнические условия выращивания оказались линии А-5552, А-5554, Г-18619 (СибНИИРС), Буян (Красноярский НИИСХ), Нутанс 4765, Рикотензе 4783 (Омский НИИСХ), обладающие широкой амплитудой вариабельности величины урожая. Коэффициент вариации указанных образцов составил 31,6–55,0 %. При обеспеченности их достаточным количеством доступной влаги и питательными веществами указанные образцы могут обеспечить прибавку урожая 1,5–3,0 ц/га. Формирование урожая указанных образцов ячменя в основном происходит за счет продуктивной кустистости, числа зерен в главном колосе и массы 1000 зерен во всех пунктах проведения опытов.

В группу экологически низкопластичных сортов нами отнесены Бархатный (Ин-т Сев. Зауралья), Г-19589 (СибНИИРС), Медикум 4171, Паллидум 4755 (Омский НИИСХ), КМ 564 (Кемеровский НИИСХ). Их коэффициенты регрессии на индексы среды самые низкие ( $b_i=0,1-0,3$ ). Из них линии Г-19589, Паллидум 4755, кроме этого, обладают низкой стабильностью урожая.

### Выводы

Таким образом, по результатам экологической пластичности и стабильности наибольший практический интерес в селекции на широкую агроэкологическую адаптацию представляют формы Ача (((Паргон×Кристина)×(Джет×Обской))×(Новосибирский 1×Винер)) и Бархатный (и.о. из образца Синьзянь-Йогурского АО КНР), сочетающие в себе высокую стабильность и повышенную продуктивность. Образцы А-5552 (S 331 к-28019 мексика×Баган) и Буян (Кедр×Jo 1345 (Финляндия)) сочетают высокую пластичность и высокую стабильность урожая, однако имеют сравнительно меньшую продуктивность.

Наибольшее стабильное содержание белка во всех пунктах исследования показала линия КМ 564, а невысокое его содержание отмечено у сорта Буян. Высокое содержание жира (более 1,7 %) показали Буян, Г-19589, КМ 564, Медикум 4771, Партнер и Рикотензе 4783.

### Литература

1. Федулова Н.М., Аниськов Н.И. Селекция ячменя на экологическую пластичность // Генетические ресурсы и селекция растений на устойчивость к стрессу. – Новосибирск, 1992. – С. 36–37.
2. Сурин Н.А., Зобова Н.В. Совершенствование адаптивных свойств ячменя в процессе селекции // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2007. – № 6. – С. 18–24.
3. Аниськов Н.И., Илющенко В.Г. Анализ различных методов оценки стабильности сортов ячменя в условиях Омской области // Экологическая пластичность сортов сельскохозяйственных культур в Западной Сибири. – 1989. – Вып. 5/6. – С. 44–50.
4. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ. – Новосибирск, 1984. – С. 7–21.
5. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. – М., 1991.
6. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. – М., 1997.



УДК 581.5

И.В. Горбунов

### ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ПОЛИМОРФИЗМ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ (*R. nigrum* L.) В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

Изучены морфология и изменчивость признаков вегетативных и генеративных органов в популяциях смородины черной, произрастающей в Восточном Забайкалье, в частности, по бассейну р. Ингода. Получены новые данные ее биологического разнообразия.

**Ключевые слова:** *R. nigrum*, популяция, морфология, внутривидовая и межвидовая изменчивость, морфологический признак, вегетативные и генеративные органы.

I.V. Gorbunov

### BLACK CURRANT (*R. nigrum* L.) VARIABILITY AND POLYMORPHISM IN EASTERN TRANSBAIKALIA

Morphology and variability of the vegetative and generative organ features in black currant populations, growing in Eastern Transbaikalia, in particular, along the Ingoda river basin are studied. The new data on its biological variety are obtained.

**Key words:** *R. nigrum*, population, morphology, intrapopulation and interpopulation variability, morphological feature, vegetative and generative organs.

---

**Введение.** Род Смородина (*Ribes* L.) известен с древних времен и широко распространен по всему миру. Смородина – ценный ягодный кустарник, имеющий большое значение в природе и жизни человека. Дикорастущая смородина встречается по всей Европе, в Азии, Северной и Южной Америке. Она имеет пи-

щевое значение. Ягоды используются для приготовления варенья, джема и др. Смородина является лекарственным растением, ее плоды содержат витамины С, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>9</sub>, D, E, P, K, каротиноиды, флавоноиды, сахара, органические кислоты, микроэлементы и др. [14]. В листьях смородины черной содержится витамина С в 6 раз больше, чем в лимоне, а также большое количество эфирных масел. Плоды и листья используются в медицине [8].

В связи с широким распространением и востребованностью смородины как ценной ягодной культуры, изучение популяционного разнообразия смородины, ее морфобиологических признаков и внутривидовой изменчивости является актуальным.

Биологические особенности роста и развития того или иного вида растения и особенности взаимодействия органов растений с внешней средой определяют основу изменчивости вида. Одной из задач анализа изменчивости является поиск наиболее эффективного способа подбора материала для изучения популяционной структуры вида.

Популяционное изучение дикорастущих видов смородины имеет большое значение для познания биологии и разработки агротехнических приемов выращивания их в культуре. Изучение морфологических признаков вегетативных и генеративных органов смородины на популяционном уровне, а также проведение исследований по изменчивости этих признаков в природе и культуре, позволяет выявить перспективные формы для последующей их интродукции и селекции [2]. Анализ внутривидовой изменчивости позволяет выделить признаки, представляющие интерес для систематики.

**Цель исследований.** Изучение морфологических особенностей и изменчивости вегетативных и генеративных органов популяций смородины черной в Восточном Забайкалье на примере бассейна реки Ингода.

**Задачи исследований:** 1) изучить морфологические качественные и количественные признаки и их изменчивость в популяциях смородины черной; 2) выявить особенности в морфологии органов черной смородины, сравнить показатели с литературными данными; 3) в результате анализа внутри- и межпопуляционной изменчивости выделить высокоинформативные признаки, представляющие интерес для систематики.

**Материалы и методы исследований.** Проведены экспедиции по бассейну реки Ингода в мае-июне 2005–2008 гг. в период цветения и плодоношения смородины. В ходе экспедиций по данному маршруту проводился поиск популяций смородины, а также учёт модельных кустов для последующего их изучения. Исследовано 10 популяций смородины черной.

Для удобства обработки материала признаки вегетативных органов ранжировались:

- по кустам: высота, диаметр и форма;
- побегам: число, толщина и длина побегов формирования и ветвления; длина междоузлия;
- листьям: длина, ширина, окраска и гофрированность листьев; длина черешка; угол вершины лопасти и угол между лопастями листа; число, длина и ширина лопастей; форма выемки листа.

Всего изучен 21 признак вегетативных органов смородины, из которых 4 качественных и 17 количественных.

Признаки генеративной части ранжировались:

- по соцветиям: число соцветий на побегах формирования; длина соцветия; расстояние от основания кисти до первого цветка; плотность кисти;
- цветкам: число цветков в кисти; окраска и форма цветка; длина цветоножки;
- органам цветка: число, окраска, длина и ширина лепестков венчика и чашелистиков, длина и ширина чашечки и венчика, окраска и форма гипантия;
- плодам: число ягод в кисти; окраска, форма, длина, ширина, масса и вкус плода;
- семенам: число выполненных и щуплых семян в ягоде; окраска, форма, масса, длина и ширина семени.

Всего изучено 37 признаков генеративных органов смородины, из которых 11 качественных и 26 количественных. Общее число изученных признаков – 58, из которых 15 – качественных и 43 – количественных.

Морфология вегетативных и генеративных органов смородины черной исследовалась по методикам Федорова, Артюшенко (1956) [9–12], Серебрякова (1962) [6], Федоровского (1999) [13], Сорокопудова, Мاستинской (1997) [7]. Измерения каждого признака по всем уровням организации проведены в 20-кратной повторности.

Изменчивость рассматривалась во всех исследуемых популяциях *R. nigrum* на внутри- и межпопуляционном уровнях по методике С.А. Мамаева (1973). Математическая обработка данных проводилась с использованием традиционной биометрической методики [5].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Данных по морфометрическим параметрам смородины черной в научной литературе по Восточному Забайкалью и Восточной Сибири приведено очень мало [3].

Получены новые данные по морфологии некоторых признаков вегетативной и генеративной части. Информация по морфометрии органов цветка и плодов смородины черной бассейна реки Ингода приводится впервые. В частности, выяснено, что *R. nigrum* имеет в основном прямую форму куста, а не развалистую, как в литературе. И высота его может достигать максимально 1,3 м, а не 1,5. Большие расхождения наблюдаются по окраске лепестков и чашелистиков цветка у смородины черной. У Г.А. Пешковой (1996) окраска лепестка отмечена как белая [4], у Бусик и Водопьяновой (1979) – как бледно-желтая [1], а по нашим исследованиям в большинстве случаев она светло-зеленая. По литературным данным, окраска чашелистиков лилово-розовая или зеленовато-желтая, а по нашим исследованиям она зеленовато-желтая с розовой каймой по краю чашелистика (табл. 1).

Таблица 1

**Морфологическая характеристика органов исследуемых популяций смородины черной по бассейну реки Ингода**

Морфологический признак вегетативных органов	Показатель	Морфологический признак генеративных органов	Показатель
Высота куста, см	85,75±0,55*	Число кистей на побеге формирования	12,01±0,47
Диаметр куста, см	203,87±1,95	Длина кисти	2,34±0,11
Форма куста	1,20**	Расстояние от основания кисти до первого цветка, см	0,88±0,038
Число побегов формирования	110,85±0,91	Число цветков	4,22±0,26
Число побегов ветвления	6,23±0,28	Плотность кисти	1,80±0,10
Толщина побегов формирования, см	0,58±0,003	Длина цветоножки, см	0,40±0,01
Толщина побегов ветвления, см	0,27±0,03	Длина чашечки, см	0,42±0,020
Длина побегов формирования, см	57,45±0,89	Ширина чашечки, см	0,43±0,020
Длина побегов ветвления, см	9,45±0,12	Длина венчика, см	0,35±0,019
Длина междоузлия, см	6,80±0,42	Ширина венчика, см	0,32±0,018
Длина листа, см	44,05±0,52	Длина лепестка, см	0,30±0,018
Ширина листа, см	59,55±0,73	Ширина лепестка, см	0,20±0,013
Окраска листа, балл	2,34±0,006	Длина чашелистика, см	0,49±0,028
Длина черешка, см	45,74±0,53	Ширина чашелистика, см	0,24±0,015
Угол вершины лопасти листа, град	64,43±1,30	Число ягод в кисти	4,58±0,21
Угол между лопастями листа, град	113,88±1,39	Длина ягоды, см	0,84±0,056
Длина лопасти, см	42,06±0,26	Ширина ягоды, см	0,84±0,056
Ширина лопасти, см	49,66±0,27	Масса ягоды, г	0,66±0,024
Гофрированность листа, балл	2,50±0,005	Число щуплых семян в ягоде	1,65±0,12
		Число выполненных семян в ягоде	17,04±0,66
		Длина семени, мм	3,22±0,020
		Ширина семени, мм	1,73±0,012
		Масса семени, мг	4,81±0,13

*Внутрипопуляционная изменчивость R. nigrum.* В 10 изученных популяциях смородины черной диаметр куста максимально варьирует в пределах 50–240 см. Это очень высокий уровень изменчивости, который имеют 3 популяции (C>40 %) [2]. По числу побегов формирования 1-я популяция с очень высоким уровнем изменчивости, так как число их варьирует от 7 до 52 штук. Окраска листа меняется от светло-зеленой до темно-зеленой. Данный признак высоко изменчив у 1-й популяции и с повышенной степенью – у 4-й (табл. 2).

Таблица 2

**Внутрипопуляционная изменчивость морфологических признаков вегетативных органов *R. nigrum* в бассейне р. Ингода**

№ п/п	Признак	Число популяций с уровнем изменчивости					
		очень низким, C<7 %	низким, C=8–12 %	средним, C=13–20 %	повышенным, C=21–30 %	высоким, C=31–40 %	очень высоким C>40 %
1	Высота куста	1	–	3	1	–	–
2	Диаметр куста	–	–	–	2	–	3
3	Форма куста	4	–	–	1	–	–
4	Число побегов формирования	–	–	1	1	2	1
5	Число побегов ветвления	–	1	2	1	1	–
6	Толщина побегов формирования	–	4	1	–	–	–
7	Толщина побегов ветвления	1	1	1	2	–	–
8	Длина побега формирования	–	2	2	1	–	–
9	Длина побегов ветвления	–	–	1	4	–	–
10	Длина листа	1	–	4	–	–	–
11	Ширина листа	1	1	3	–	–	–
12	Длина междоузлия	–	1	1	2	1	–
13	Длина черешка	1	1	3	–	–	–
14	Окраска листа	–	–	–	4	–	1
15	Угол вершины лопастей	1	2	2	–	–	–
16	Угол между лопастями	3	1	1	–	–	–
17	Длина лопасти	–	1	2	2	–	–
18	Ширина лопасти	–	3	1	1	–	–

По генеративной части смородина черная изменчива в меньшей степени (табл. 3).

Таблица 3

**Внутрипопуляционная изменчивость морфологических признаков генеративных органов *R. nigrum* в бассейне р. Ингода**

№ п/п	Признак	Число популяций с уровнем изменчивости					
		очень низким, C<7 %	низким, C=8–12 %	средним, C=13–20 %	повышенным, C=21–30 %	высоким, C=31–40 %	очень высоким, C>40 %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Число кистей на побеге формирования	1	–	2	1	1	–
2	Длина кисти	3	2	–	–	–	–
3	Расстояние от основания кисти до первого цветка	1	2	2	–	–	–
4	Число цветков	1	3	1	–	–	–
5	Плотность кисти	1	2	2	–	–	–
6	Длина цветоножки	2	–	2	1	–	–
7	Длина чашечки	5	–	–	–	–	–
8	Ширина чашечки	5	–	–	–	–	–
9	Длина венчика	3	2	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Ширина венчика	5	–	–	–	–	–
11	Длина лепестка	4	1	–	–	–	–
12	Ширина лепестка	2	3	–	–	–	–
13	Длина чашелистика	2	3	–	–	–	–
14	Ширина чашелистика	3	2	–	–	–	–
15	Число ягод в кисти	1	4	–	–	–	–
16	Длина ягоды	2	2	1	–	–	–
17	Ширина ягоды	2	2	1	–	–	–
18	Масса ягоды	1	2	–	–	2	–
19	Окраска ягоды	4	–	1	–	–	–
20	Число щуплых семян в ягоде	1	–	1	1	1	1
21	Число выполненных семян в ягоде	2	–	2	1	–	–
22	Длина семени	3	2	–	–	–	–
23	Ширина семени	2	2	1	–	–	–
24	Масса семени	–	3	1	–	–	1

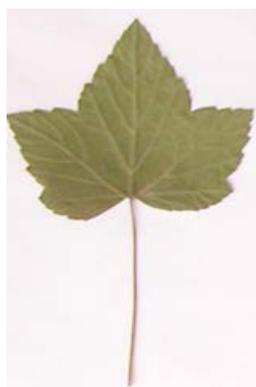
При выяснении характера изменчивости признаков листьев в зависимости от высоты расположения их в кроне куста выяснено, что размеры листьев у смородины черной от основания к вершине как на побегах формирования, так и на побегах ветвления, изменяются, но незначительно. Низкая амплитуда изменчивости наблюдается при сравнении длины листовой пластинки и ее ширины. Для *R. nigrum* характерны листья, ширина которых больше длины ( $C=7-13\%$ ).

Наиболее длинные кисти располагаются в средней части побегов ветвления. Наиболее крупные цветки и ягоды сосредоточены у основания и в средней части кисти, самые мелкие – в верхней ее части. Степень освещения и ориентация генеративных побегов по сторонам горизонта имеют важное значение, так как наиболее характерные для данного вида смородины кисти с цветками и плодами располагаются на побегах ветвления с южной, юго-западной и юго-восточной сторон.

*Межпопуляционная изменчивость.* На межпопуляционном уровне также есть признаки с высокой степенью изменчивости. Например, высока изменчивость углов между лопастями листовой пластинки *R. nigrum* (рис.).



Угол между лопастями 95° популяции № 3 и 4 (лиственничный или сосновый рододендроновый лес; восточный склон; серая лесная почва; супеси мощностью до 30 см)



Угол между лопастями 110–115° популяции № 1 и 6 (березовый разнотравный или разнотравно-осоковый лес; восточный или юго-восточный склон; подзолистая почва; суглинки мощностью до 30 см)



Угол между лопастями 125–130° популяции № 7 и 10 (березовый разнотравно-осоковый и ивовый; северо-западный или юго-западный склон; подзолистая почва; суглинки до 30 см)

*Изменчивость углов между лопастями листовой пластинки R. nigrum*

Угол меняется от 95 до 130 градусов. Связано это с разными условиями обитания смородины черной (различны фитоценозы, рельеф и почвы). У смородины черной также изменчивы высота куста ( $C=31-40\%$ ), диаметр куста ( $C>40\%$ ), число побегов формирования ( $C>40\%$ ), длина побегов ветвления ( $C=40\%$ ) и др.

### Выводы

1. Особенности в морфологии *R. nigrum* заключаются по вегетативным органам (куст прямой формы, высотой в среднем 0,86 м и диаметром куртины 2,04 м) и генеративным органам (окраска лепестков венчика цветка светло-зеленая; окраска чашелистиков зеленовато-желтая с розовой каймой).

2. Смородина черная на внутривидовом уровне изменчивости наиболее вариабельна по диаметру куста, на межпопуляционном уровне – по углам между лопастями листовой пластинки, высоте и диаметру куста, числу побегов формирования, длине побегов ветвления.

3. На основе изучения внутривидовой изменчивости *R. nigrum* установлена зависимость варьирования признаков генеративных органов от расположения их в кроне куста. Изменчивость генеративных органов следует изучать в средней части побегов ветвления с южной, юго-восточной и юго-западной сторон.

4. Анализ внутри- и межпопуляционной изменчивости позволил выделить высокоинформативные признаки, представляющие интерес для систематики: угол между лопастями листа и угол вершины лопасти листа, отношение длины листа к ширине, гофрированность и форма выемки основания листовой пластинки, окраска и форма цветков.

### Литература

1. Флора Центральной Сибири / В.В. Бусик [и др.]. – М., 1979. – Т. 1. – С. 429–527.
2. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М., 1973. – С. 14–182.
3. Остроумов В.М. Деревья, кустарники и лианы флоры Восточного Забайкалья и их использование в народном хозяйстве. – Чита, 1988. – 48 с.
4. Флора Сибири / Г.А. Пешкова [и др.]. – Новосибирск, 1996. – С. 208–217.
5. Плохинский Н.А. Биометрия. – М., 1970. – 368 с.
6. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. – М.: Сов. наука, 1952. – 391 с.
7. Сорокопудов В.Н., Мастинская Р.А. Морфологическая специфика побеговой системы видов и гибридов в роде смородин // Флора и растительность Средней России: мат-лы науч. конф. ОГУ. – Орел, 1997. – С. 77–79.
8. Телятьев В.В. Полезные растения Центральной Сибири. – 1987. – С. 151–153.
9. Федоров Ал.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описанию морфологии высших растений. Цветок. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 31–88.
10. Федоров Ал.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описанию морфологии высших растений. Соцветие. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 22–49.
11. Федоров Ал.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описанию морфологии высших растений. Плод. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 80.
12. Федоров Ал.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описанию морфологии высших растений. Семя. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 13–38.
13. Федоровский В.Д. *Ribes spicatum* Robson – смородина колосистая (систематика, география, изменчивость, интродукция). – Киев, 2001. – 204 с.
14. Яковлева Г.П., Блинова К.Ф. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения. – СПб., 1999. – С. 257.

**БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСТЕНИЙ ДОЛИННОГО ЛЕСА РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

*В статье дается биоморфологический анализ состава растений влажного крупнотравно-папоротникового кустарниково-кленового участка леса, расположенного на территории природного заповедника «Уссурийский». Охарактеризованы жизненные формы семенных растений и папоротников. Выяснено, что на данной территории господствуют поликарпические длиннокорневищные травянистые растения. В древесном ярусе преобладают листопадные деревья выше 10 м.*

**Ключевые слова:** флора, жизненная форма, российский Дальний Восток.

V.A. Kalinkina, E.V. Zhabyko

**BIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE PLANTS IN THE RUSSIAN FAR EAST VALLEY FOREST**

*The biological and morphological analysis of the plant structure on the moist largeherb and fern, shrub and maple forest stand which is located on the Ussuriisky Nature Reserve territory is given in the article. Life forms of the seed plants and ferns are characterized. It is revealed that polycarpous long-rhizomatous herbaceous plants dominate on this territory. Deciduous trees which are over 10 m height predominate on the tree layer.*

**Key word:** flora, life form, Russian Far East.

**Введение.** Общеизвестно, что особенности внешнего строения растений отражаются в их жизненной форме. В многообразии последних проявляется сложность взаимосвязей растения с условиями среды. Будучи эколого-биологическими единицами, именно жизненные формы растений определяют характер взаимоотношений компонентов ценоза, его структуру и динамику. Поэтому для перспективного развития фитоценологии проблема жизненных форм растений имеет первостепенное значение [1]. Кроме этого, изучение жизненных форм позволяет выяснить тип и структуру растительного сообщества, так как они отражают богатство эколого-биологических особенностей растений. Однако, чтобы показать все многообразие морфологических и биологических особенностей растений в ценозе, необходимо правильно подобрать классификацию жизненных форм. Еще В.Н. Голубев [1] писал о том, что жизненные формы, выделяемые по одному или немногим признакам, не отражают всего богатства эколого-биологических особенностей растений, и именно поэтому имеют ограниченное значение для исследователя.

Обзор литературы показал, что к настоящему времени разработано большое число классификаций. Их можно условно разделить на общие, в которых затрагиваются растения всей Земли [2, 3], и частные, где классификации подлежат растения определенной области земного шара [4, 5, 6], отдельная таксономическая или систематическая группа растений [7, 8].

Каждый вид растений характеризуется определенным типом вегетации, своим ритмом цветения, способом перезимовки и т.д. Поэтому необходимо характеризовать растения отдельно по каждому признаку, что обеспечивает универсальность при сравнении видов и ценозов. Раздельная фиксация признаков открывает широкие возможности для выявления их корреляции. Именно поэтому нами была выбрана классификация жизненных форм, разработанная дальневосточными биоморфологами А.Б. Безделевым и Т.А. Безделевой [4], которые выделили 471 жизненную форму для 4147 видов растений российского Дальнего Востока. При этом детальное изучение живого, гербарного и литературного материала показало возможную поливариантность многих видов травянистых, а также некоторых древесных и кустарничковых растений.

В своей работе мы рассмотрели состав растений влажного крупнотравно-папоротниково-кленового ильмовника с липой, ясенем, орехом, бархатом и кедром I бонитета, расположенного на постоянной пробной площади 16-2004 размером 1 га. Расположена она в Комаровском лесничестве государственного природного заповедника «Уссурийский», в месте впадения р. Каменка в р. Комаровка (Приморский край, Уссурийский район) (рис. 1).



Рис. 1. Крупнотравно-папоротниковый кустарниково-кленовый ильмовник с липой, ясенем, орехом, бархатом и кедром

**Цель исследований.** Проанализировать разнообразие жизненных форм растений российского Дальнего Востока на примере долинного леса.

**Материалы и методы исследований.** В 2004 г. на территории Уссурийского заповедника была заложена пробная площадь 16-2004. Описание растительности на этой пробной площади проводилось 30 июня 2004 г. согласно общепринятым геоботаническим и лесоводственным методикам [8, 9, 10, 11] и включало в себя:

1) описание топографического положения сообщества (экспозиция и крутизна склона, высота над уровнем моря, положение на склоне, особенности микрорельефа);

2) характеристику почвы (мощность подстилки и гумусового горизонта, скелетность, структурность, степень увлажнения);

3) описание древостоя (состав и количественное соотношение пород по подъярусам, сомкнутость крон в каждом подъярусе, средний диаметр и высота по породам, а также оценка обилия-покрытия по 5-балльной шкале Браун-Бланке всех древесных видов с учетом их подроста);

4) описание подлеска и травяного покрова (видовой состав, высота, общее проективное покрытие и проективное покрытие каждого вида в процентах, которое при дальнейшей обработке переводилось в 5-балльную шкалу обилия-покрытия Браун-Бланке).

Латинские и русские названия таксонов приведены согласно сводке «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» [12]. Наименование типа леса дано по А.И. Кудинову [13, 14]. Определение жизненных форм проводилось как на живом, так и на гербарном материале. При работе использовалась классификация жизненных форм И.Г. Серебрякова [2, 3]. Более детальное описание жизненных форм с учетом сезонного ритма, особенностей строения, положения надземных и подземных органов проводилось с учетом классификации Безделевых [4]. Жизненные формы папоротников описаны согласно классификации О.В. Храпко [15].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Обследуемый нами тип леса занимает участок, расположенный на надпойменной террасе, возвышающейся над урезом воды до 2 м. Поверхность его подвержена затоплению только во время очень сильных паводков, случающихся несколько раз в столетие [16].

Древостой многопородный, представлен 14 видами. В нем преобладает ильм японский (*Ulmus japonica* (Rehd.) Sarg.) с участием кленов: маньчжурского (*Acer mandshuricum* Maxim.) и мелколистного (*A. mono* Maxim.), липы амурской (*Tilia amurensis* Rupr.), ясеня маньчжурского (*Fraxinus mandshurica* Rupr.), кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.), ореха маньчжурского (*Juglans mandshurica* Maxim.). Единичными деревьями представлены бархат амурский (*Phellodendron amurense* Rupr.), яблоня маньчжурская (*Malus mandshurica* (Maxim.) Kom.), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), трескун амурский (*Ligustrina amurensis* Rupr.), береза желтая (*Betula costata* Trautv.), жестер даурский (*Rhamnus davurica* Pall.). Общая сомкнутость крон деревьев 0,8. Подлесок редкий, его слагают виды разной высоты (от 0,2 до 5,0 м), распределяемые по площади единично и группами. В его составе обычны клен бородчатый (*Acer barbinerve* Maxim.), свobodноягодник колючий (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim.) и сидячецветковый (*E. sessiliflorum* (Rupr. et Maxim.) S.Y.Hu), бересклет священный (*Euonymus sacrosancta* Koidz.), жимолости:

раннецветущая (*Lonicera praeflorens* Batal.) и Маака (*Lonicera maackii* (Rupr.) Herd.), чубушник тонколистый (*Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim.), смородина маньчжурская (*Ribes mandshuricum* (Maxim.) Kom.), малина боярышниковлистная (*Rubus crataegifolius* Bunge), калина Саржента (*Viburnum sargentii* Koehne.). Из лиан встречаются актинидия коломикта (*Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim.), лимонник китайский (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.) и виноград мурский (*Vitis amurensis* Rupr.). Плети их не выходят за пределы яруса кустарников (0,4 м).

Травяной покров густой, проективное покрытие близко к 100 %, высота его до 0,9 м. Представлен 64 видами растений, включая травянистые растения (56 видов), травянистые лианы (2 вида) и папоротники (6 видов). Основной фон создает страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Todaro), в зарослях которого встречаются осоки и виды крупнотравья.

Анализ жизненных форм семенных растений, произрастающих на выбранной территории, показал (рис. 2), что преобладающими в данном лесном сообществе являются поликарпические травянистые растения (55 видов). Далее по убывающей идут деревья (14 видов), кустарники (10 видов), лианы деревянистые (3 вида), травянистые (2 вида) и замыкают все монокарпические травы (1 вид).

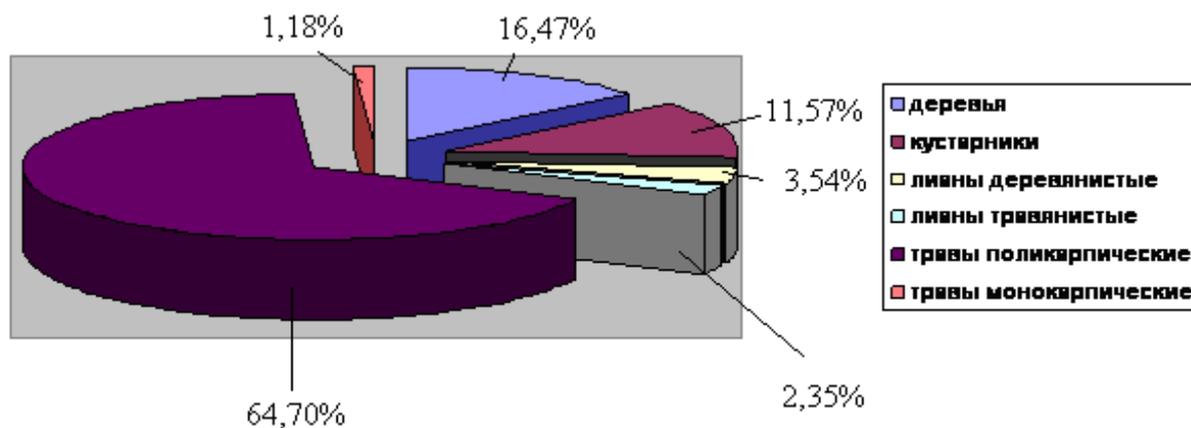


Рис. 2. Спектр жизненных форм семенных

При более детальной характеристике жизненных форм семенных растений с использованием классификации [4] видно, что древесные растения представлены тремя жизненными формами: 1) вечнозеленое дерево выше 10 м (*Pinus koraiensis*); 2) летне-зеленое дерево выше 10 м (*Phellodendron amurense*, *Betula costata* Trautv., *Ulmus japonica*, *Acer mandshuricum* и *A. mono*, *Tilia amurensis*, *Juglans mandshurica*, *Padus avium*, *Malus mandshurica*, *Fraxinus mandshurica*; 3) летне-зеленое дерево до 10 м (*Rhamnus davurica*, *Ligustrina amurensis*, *Crataegus maximowiczii* С.К. Schneid. При этом необходимо отметить, что для двух видов (черемухи обыкновенной и боярышника Максимовича) авторами [4] отмечена поливариантность жизненной формы. Тип жизненной формы зависит от эколого-ценотических условий. На исследуемой нами пробной площади в долинном лесу эти виды произрастают в форме летне-зеленых деревьев выше 10 и до 10 м соответственно.

Кустарники (10 видов) по высоте можно разделить на две группы:

1) летне-зеленые кустарники до 2 м (7 видов): *Acer barbinerve*, *E. sessiliflorum*, *Euonymus sacrosancta*, *Lonicera praeflorens*, *L. maackii*, *Philadelphus tenuifolius*, *Viburnum sargentii*;

2) летне-зеленые кустарники 1–2 м (3 вида): *Eleutherococcus senticosus*, *Ribes mandshuricum*, *Rubus crataegifolius*.

По ритму сезонного развития преобладают летне-зеленые виды, что является характерным для лесов Южного Приморья. Вечнозеленые растения представлены только *Pinus koraiensis*.

По степени одревеснения надземного побега группу лиан, представленную в данном лесном массиве 5 видами, мы разделили на две группы: древесные (*Actinidia kolomikta*, *Schisandra chinensis*, *Vitis amurensis*) и травянистые (*Aconitum albaviolaceum* Kom., *Clematis brevicaudata* DC.).

Для 56 видов трав нами определено 33 жизненные формы. Анализ показал, что некоторые виды обладают поливариантностью жизненной формы, которая чаще проявляется в изменении подземной сферы и лишь изредка надземной. Так, например, в зависимости от степени затенения прямостоячий тип побега у таких видов, как звездатка Бунге (*Stellaria bungeana* Fenzl) и фиалка пристренная (*Viola acuminata* Ledeb),

может сменяться приподнимающимся, а у чистотела азиатского (*Chelidonium asiaticum* (Hara) Krachulkova) – лежащим.

### Жизненные формы папоротников обследуемого ценоза

Вид	Группа жизненных форм	Тип вай	Тип корневищ
Адиантум стоповидный <i>Adiantum pedatum</i> L.	Ползучерозеточные	At	Ad
Кочеджник китайский <i>Athyrium sinense</i> Rupr.	Диффузно-розеточные восходящие	At	At
Щитовник толстокорневищный <i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai	Плотнорозеточные восходящие	Dr	Dr
Щитовник Геринга <i>Dryopteris goeringiana</i> (G. Kunze) Koidz.	Диффузно-розеточные	At	At
Лунокунник густосорусовый <i>Lunathyrium pycnosorum</i> (Christ) Koidz.	Плотнорозеточные восходящие	At	Lu
Страусник обыкновенный <i>Matteuccia struthiopteris</i>	Плотнорозеточные столонообразующие	At	Mt

Примечание. Тип вай: At – вайи средних размеров, травянистые, сложнорассеченные, мезофитные; Dr – вайи крупные, зимующие, сложнорассеченные. Тип корневищ: Ad – небольшие ежегодные приросты, активное ветвление, расположены близко к поверхности почвы; At – восходящие плотные, расположены на небольшой глубине; Dr – плотные, неветвящиеся; Lu – плотные, короткие; Mt – плотные, неветвящиеся, с подземными столонообразными побегами.

В травяном покрове рассматриваемого нами растительного сообщества преобладают растения с различными типами корневищ. Данное явление характерно для лесной территории Дальнего Востока [1]. Для видов с поливариантностью жизненной формы характерно изменение с короткорневищной на тонко-длиннокорневищную (*Viola selkirkii* Pursh ex Goldie), либо с короткорневищно-кистекокорневой на тонко-длинно-короткокорно-кистекокорневую (*Urtica laetevirens* Maxim.), или же с тонко-длинно-корневищной на короткокорневищно-кистекокорневую (*Cardamine leucantha* (Tausch) O. E. Schulz).

Таким образом, с учетом возможной поливариантности ряда травянистых видов растений в данном типе леса представлены следующие варианты жизненных форм: тонко-длиннокорневищные жизненные формы (встречаются у 26 видов); короткорневищно-кистекокорневые (20 видов); короткорневищные (8 видов); стержнекокорневые и луковичные (по 4 вида), клубневые (3 вида), тонко-длинно-короткокорневищно-кистекокорневые и тонко-длинно-короткокорневые (по 2 вида) и толстокорневищные (1 вид).

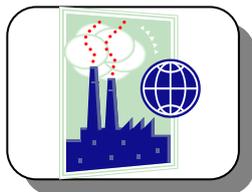
Анализ жизненных форм 6 видов папоротников, произрастающих в исследуемом районе, показал (табл.), что в этой группе преобладают корневищные, плотнорозеточные биоморфы, реже встречаются папоротники с диффузно-розеточной жизненной формой.

**Заключение.** Анализ жизненных форм растений, формирующих влажный крупнотравно-папоротниковый кустарниково-кленовый долинный лес в Комаровском лесничестве государственного природного заповедника «Уссурийский», показал, что в ценозе произрастают 64 вида растений, из которых 58 видов относятся к семенным, 6 – к высшим споровым. Семенные растения представлены 40 жизненными формами. Необходимо отметить, что для большинства травянистых семенных и споровых растений характерно преобладание разных вариантов корневищных жизненных форм, что вообще свойственно травянистым лесным растениям Дальнего Востока. Изменение жизненной формы некоторых видов (их эколого-биологическая специфика) свойственно в данном лесном ценозе только травянистым растениям, древесные виды представлены одной жизненной формой. Для древесных растений характерно развитие только одного варианта жизненной формы. Это говорит о том, что травянистые растения более подвержены влиянию микроклимата.

### Литература

1. Голубев В.Н. Об изучении жизненных форм для целей фитоценологии // Ботан. журн. – 1958. – Т. 53. – С. 1085–1093.
2. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высшая школа, 1962. – 378 с.
3. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 146–205.
4. Безделев А.Б., Безделева Т.А. Жизненные формы семенных растений Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 248, 296.
5. Ван Г.В. Жизненные формы семенных растений окрестностей озера Амут // Биоморфологические исследования в современной ботанике: мат-лы междунар. конф. (Владивосток, 18–21 сент. 2007 г.). – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2007. – С. 94–101.
6. Рубцова Т.А. Жизненные формы семенных растений Еврейской автономной области // Биоморфологические исследования в современной ботанике: мат-лы междунар. конф. (Владивосток, 18–21 сент. 2007 г.). – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2007. – С. 372–374.
7. Байкова Е.В. Род шалфей: морфология, экология, интродукция. – Новосибирск: Наука, 2006. – С. 42–109.
8. Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П. Методические указания к изучению типов леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 113 с.
9. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 144 с.
10. Ярошенко П.Д. Геоботаника. – М.; Л.: АН СССР, 1961. – 474 с.
11. Работнов Т.А. Фитоценология. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 292 с.
12. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. – СПб.: Наука, 1985. – Т. 1–8.
13. Кудинов А.И. Широколиственно-кедровые леса Уссурийского заповедника и их динамика. – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 182 с.
14. Кудинов А.И. Дубово-кедровые леса Южного Приморья и их динамика. – Уссурийск, 2000. – 183 с.
15. Храпко О.В. Папоротники юга российского Дальнего Востока (биология, экология, вопросы охраны генофонда). – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 206 с.
16. Леса заповедника Уссурийский (мониторинг динамики) / Ю.И. Манько, А.И. Кудинов, Г.А. Гладкова [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 224 с.





## ЭКОЛОГИЯ

УДК 582.26 (571.513)

Е.Г. Макеева

### ВОДОРΟΣЛИ ОЗЕР СТЕПНЫХ УЧАСТКОВ ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ»

В статье обсуждаются результаты исследований альгофлоры озер Государственного природного заповедника «Хакасский». Таксономический список водорослей представлен 562 таксонами видового и внутривидового ранга, принадлежащими к 121 роду, 60 семействам и 10 отделам (*Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Charophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Rhodophyta*).

**Ключевые слова:** альгофлора, озера, заповедник «Хакасский».

E.G. Makeeva

### ALGAE OF THE LAKES IN THE STEPPE AREAS OF THE NATURE RESERVE «KHAKASSKY»

The research results of algal flora of the lakes in the State nature reserve «Khakassky» are discussed in the article. Taxonomic list of algae is presented by 562 taxons from specific and intraspecific order, belonging to 121 genus, 60 families and 10 divisions (*Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Charophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Rhodophyta*).

**Key words:** algal flora, lakes, nature reserve «Khakassky».

**Введение.** Степная часть заповедника «Хакасский» включает семь кластерных участков, расположенных в пределах степного и лесостепного поясов растительности в левобережной части Назарово-Минусинской впадины. На территории участков имеется ряд озер, различающихся по площади, глубине, степени минерализации (табл.).

#### Основные сведения об озерах степных участков заповедника «Хакасский»

Озеро	Площадь водного зеркала, км <sup>2</sup>	Глубина (максимальная), м	Минерализация, г/л	pH
Иткуль	23,25	17	0,6–0,7*	8,6–8,8
Спиринское-4	0,41	2	0,82*	7,2–7,6
Лиственки 1	0,14	5	2,73*	8–8,2
Лиственки 2	0,11	12	6,54*	8–8,4
Терпекколь	0,41	1,5	12,4*–33,7	9,7–10,1
Шира	35,9	21,8	16,6*–21,9	8,9–9,2
Улугколь	7,5	2,7	18,3*–51,5	9,4–9,7

\* Минерализация в период исследования.

Озера Лиственки находятся на участке «Подзаплоты» в Июсской лесостепи Июсо-Ширинского (Северо-Хакасского) степного округа, в 150 м друг от друга. Озера бессточные, солоноватые, вода сульфатно-гидрокарбонатная, магниевно-натриевая.

Озера Иткуль, Шира, Спиринское расположены в Ширинской озерно-котловинной степи Июсо-Ширинского степного округа, на участках «Озеро Иткуль», «Озеро Шира». Оз. Иткуль пресное, основными ионами являются гидрокарбонаты, катионы магния и кальция, в него впадает река Карыш и два ручья, а вытекает один небольшой ручей Тушинский, опосредованно связанный с рекой Туим. В сухие годы этот ручей полностью пересыхает, и озеро становится бессточным [1].

Озеро Спириновское-4 находится в 1,8 км юго-восточнее озера Иткуль. Практически все берега заболочены. С юго-восточной стороны в него впадает несколько ручьев. Вода сульфатно-хлоридная, натриево-магниевая.

Озеро Шира приурочено к бессточной впадине, с юго-восточной стороны впадает река Сон. По составу озерная вода хлоридно-сульфатная, магниевая-натриевая. Расстояние между озерами Иткуль и Шира около 4 км.

Озера Улугколь, Терпекколь расположены в Уйбатской степи Приабаканского (Центрально-Хакасского) степного округа на участке «Камызякская степь с озером Улугколь», на расстоянии 500 м друг от друга. Озеро Терпекколь бессточное, мелководное, минерализованное. По составу вода хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатная, натриевая.

Озеро Улугколь представляет собой бессточный водоем, с северной и западной сторон в него впадают три небольших ручья. Вода сильно минерализована, сульфатно-хлоридная, натриево-калиевая [6].

**Цель исследований.** Изучение и сравнение видового состава водорослей озер степной группы участков заповедника «Хакасский».

Анализ литературных источников, посвященных изучению альгофлоры озер, входящих в состав заповедника, приведен ранее [7].

**Материалы и методы исследований.** Материалом для исследований послужили пробы фитопланктона, фитобентоса, фитоперифитона, собранные в период с мая по сентябрь 2006–2009 гг. Отбор и обработку альгологических проб проводили по общепринятым методикам [2], был использован «живой» и фиксированный 4 % формалином материал.

Флористический анализ проводили с использованием общепринятых показателей и коэффициентов [14]. Также для анализа данных применяли меры включения и их представление в виде ориентированного графа (графа включения) [13]. Основой расчета мер включения являлась матрица абсолютных мер сходства, содержащая информацию о количестве видов в каждой флоре и о количестве общих видов для каждой пары сравниваемых флор. По матрице мер пересечения была рассчитана матрица мер включений по формуле:

$$K_0(A; B) = \frac{c}{b}, K_0(B; A) = \frac{c}{a},$$

где  $K_0(A; B)$  – мера включения множества  $B$  в  $A$ ;  $K_0(B; A)$  – мера включения  $A$  в  $B$ .

По данным матрицы мер включения был построен ориентированный граф (рис.).

**Результаты исследований и их обсуждение.** В настоящее время в озерах степных участков заповедника «Хакасский» обнаружено 428 видов (562 вида, разновидности и формы) водорослей, относящихся к 121 роду, 60 семействам из 10 отделов. В общее число таксонов включены пять нитчатых водорослей из отдела *Chlorophyta* (*Vaucheria sp. ster.*, *Bulbochaete sp. ster.*, *Zygnema sp. ster.*, *Spirogyra sp. ster.*, *Mougeotia sp. ster.*), которые были найдены в стерильном состоянии и поэтому не определены до вида. Из определенных нами водорослей 378 видов, разновидностей и форм являются новыми для исследуемых озер.

По числу видов в общем списке озер заповедника преобладают отделы *Bacillariophyta* – 51,4 %, *Chlorophyta* – 21,7, *Cyanophyta* – 20,3 %. На отделы *Chrysophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Dinophyta*, *Euglenophyta*, *Rhodophyta*, *Charophyta* приходится 6,6 % общего видового состава.

Основу головной части флористического списка составляют таксоны отдела *Bacillariophyta* (220 видов, 324 таксона видового и внутривидового ранга). Подавляющее число диатомовых, обнаруженных в озерах, принадлежат классу *Pennatophyceae* (96,8 % видового состава) и лишь 7 видов к классу *Centropheceae*. Центрические диатомеи представлены во флоре исследованных водоемов порядками *Thalassiosirales* и *Aulacoseirales*, семействами *Stephanodiscaceae* и *Aulacoseiraceae*. Наибольшее значение имеет род *Cyclotella* с 5 видами. В классе *Pennatophyceae* порядок *Araphales* представлен семействами *Fragilariaceae*, *Diatomaceae*, *Tabellariaceae*. Выделяются роды *Fragilaria* (15 видов и внутривидовых таксонов) и *Synedra* (10). Основная масса видов данных родов выявлена в оз. Иткуль. Порядок *Raphales* включает 11 семейств, из которых наиболее представительными являются *Naviculaceae* (109 видов и внутривидовых таксонов), *Nitzschiaceae* (50), *Cymbellaceae* (34). Основное число таксонов составляют роды *Navicula* (61), *Nitzschia* (47), *Cymbella* (26 видов и внутривидовых таксонов). Представители *Bacillariophyta* в озерах заповедника в основном являются обитателями грунтов и обрастаний.

Второе место по числу видов занимает отдел *Chlorophyta* (93 вида, 100 видов, разновидностей и форм), включающий пять классов (*Volvocophyceae*, *Chlorococcophyceae*, *Siphonocladophyceae*,

*Ulothrichophyceae*, *Conjugatophyceae*), 9 порядков, 21 семейство. Из класса *Volvocophyceae* обнаружено два представителя – *Dunaliella salina* Teod. (оз. Улугколь), *Chlamydomonas monadina* (Ehr.) Stein (оз. Иткуль). Класс *Chlorococcophyceae* объединяет 9 семейств, 58 видов, представленных 62 таксонами рангом ниже рода. Ведущими являются семейства *Scenedesmaceae* (24 вида, разновидности и формы), *Oocystaceae* (11), роды *Scenedesmus* (18 таксонов видового и внутривидового ранга), *Oocystis* и *Pediastrum* (по 6). Из сифонокладовых выявлены *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Ag.) Kütz., *Vaucheria* sp. Среди *Ulothrichophyceae* всего обнаружено 10 видов, разновидностей и форм, распространены семейства *Ulotrichaceae* (роды *Ulothrix* и *Uronema*), *Chetophoraceae* (*Stigeoclonium*, *Chaetophora*), *Oedogoniaceae* (*Oedogonium*, *Bulbochaete*). Конъюгаты насчитывают 23 таксона видового и внутривидового ранга, наиболее разнообразны десмидиевые (20 видов, разновидностей и форм), среди которых выделяется род *Cosmarium* (13 видов, представленных 15 таксонами рангом ниже рода).

Синезеленые водоросли по видовому составу занимают третье место, объединяют 87 видов (105 таксонов видового и внутривидового ранга) из 26 родов, 15 семейств, трех классов. Хроококковые включают 31 вид (43 вида, разновидности и формы), наиболее богаты роды *Gloeocapsa* (10 таксонов видового и внутривидового ранга) и *Microcystis* (9). Гормогониевые более разнообразны – 55 видов (61 таксон видового и внутривидового ранга). Порядок *Oscillatoriales* (42 вида, 46 видов, разновидностей и форм) преобладает по числу таксонов над порядком *Nostocales* (12 видов, 14 таксонов). Более высокому разнообразию осцилляториевых над другими порядками синезеленых водорослей способствует повышенная минерализация вод большинства озер. Ведущим семейством является *Oscillatoriaceae* (41 вид, 45 таксонов) с преобладающими родами *Oscillatoria* (19 видов, разновидностей и форм), *Phormidium* (11), *Spirulina* (8). Синезеленые водоросли достигают большого развития в соленых озерах, где выполняют ведущую роль в составе планктонных и бентосных группировок.

Эвгленовые водоросли в озерах заповедника представлены одним классом *Euglenophyceae*, семейством *Euglenaceae*, родами *Trachelomonas*, *Eutreptia*, *Euglena*, *Lepocinclis*, *Monomorphina*, *Phacus*, которые включают в себя 12 видов (14 таксонов видового и внутривидового ранга). В озерах заповедника эвгленовые являются постоянными компонентами прибрежного фитопланктона и фитобентоса.

Из харовых водорослей в озерах обнаружено 5 видов рода *Chara*, распространенных как в пресных, так и в минерализованных водах.

В отделе *Dinophyta* выявлено 4 вида (6 видов, разновидностей и форм), относящихся к 2 порядкам, 2 семействам, родам *Gymnodinium*, *Glenodinium*, *Peridinium*, *Ceratium*. Представители динофитовых встречаются в пресных озерах Иткуль и Спиринское, а также в солоноватом озере Лиственки 2.

В составе *Chrysophyta* было отмечено 4 вида (5 видов и внутривидовых таксонов), принадлежащих семейству *Dinobryaceae*, роду *Dinobryon*. Золотистые водоросли обнаружены только в озере Иткуль.

Отделы *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Rhodophyta* содержат по одному виду. Из желто-зеленых водорослей это *Peroniella minuta*, встреченная в оз. Иткуль; из криптофитовых – *Cryptomonas salina*, вид характерный для соленых озер Шира, Улугколь; из красных – *Chroodactylon ramosum*, обнаруженный в озерах Иткуль и Шира.

В изученных водоемах выявлено большое количество одновидовых семейств (28,3 % от общего числа семейств) и родов (50,4 % родового состава), что является характерной чертой бореальных флор.

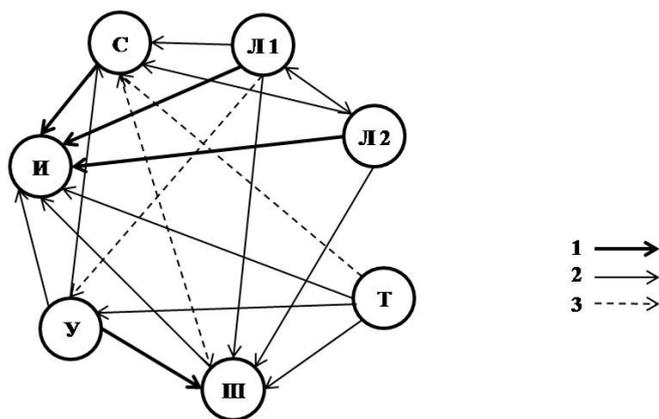
Общими для семи исследованных водоемов явились только 16 родов: *Anabaena*, *Spirulina*, *Phormidium*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Amphora*, *Gomphonema*, *Epithemia*, *Nitzschia*, *Oocystis* (13,2 % от общего количества родов). Число общих видов – 11, что составляет 2,6 % видового состава (*Anabaena variabilis*, *Navicula cryptocephala*, *N. halophila*, *N. menisculus*, *N. radiosa*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella affinis*, *C. helvetica*, *C. pusilla*, *Amphora ovalis*, *Nitzschia tibetana*). Данный факт свидетельствует о больших экологических различиях озер заповедника, связанных с разной минерализацией озерных вод.

К группе количественных показателей систематического разнообразия относятся пропорции флоры и родовой коэффициент, более богатые флоры отличаются повышенными значениями этих показателей [14]. Пропорции флоры для общего таксономического состава степных озер заповедника: 1:2,0:7,1:9,4. Насыщенность родов видами – 3,5, видами и внутривидовыми таксонами – 4,6. Сравнение родового коэффициента по отделам показало, что наибольшее видовое богатство характерно для родов отделов *Bacillariophyta*, *Charophyta*, *Chrysophyta*, *Cyanophyta*. Зеленые водоросли занимают пятое место по значению родового коэффициента, что объясняется наличием большого числа маловидовых родов. Относительно высокое среднее число видов в роде для всей флоры озер заповедника 3,5 свидетельствует о наличии автохтонной тенденции в ее развитии.

Проанализируем зависимость флористических показателей от степени минерализации водоемов. Доминирующую роль во флористическом спектре всех озер заповедника играют представители отделов *Bacil-*

*lariophyta*, *Chlorophyta* и *Cyanophyta*. По числу видов и внутривидовых таксонов на первом месте стоит отдел *Bacillariophyta*. В озерах с минерализацией 0,7–2,7 г/л второе место принадлежит зеленым водорослям с повышением минерализации до 6,5 г/л и более, третье место занимают синезеленые водоросли, роль зеленых ниже за счет обеднения состава семейств *Hydrodictyaceae*, *Scenedesmaceae*, *Desmidiaceae*.

В озерах с минерализацией воды более 12 г/л отсутствуют представители отдела *Dinophyta*. Золотистые и желто-зеленые водоросли встречены только в пресном оз. Иткуль. В зависимости от типа озер несколько меняются позиции лидирующих семейств. Представители семейства *Naviculaceae* занимают одни из первых мест во флорах всех озер. В альгофлорах пресных озер далее следует семейство *Cymbellaceae*. В спектре ведущих семейств альгофлоры соленых озер на первом и втором местах стоит семейство *Oscillatoriaceae*. Анализ родовых спектров показал преобладание родов *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella* в озерах с минерализацией до 12 г/л, в водоемах с большей минерализацией в число трех ведущих родов входят *Oscillatoria* или *Spirulina*. Число видов и внутривидовых таксонов в озерах также определяется уровнем минерализации. Известно, что видовое разнообразие водорослей снижается по мере нарастания солености [2]. На уменьшение числа видов в минерализованных озерах указывают многие исследователи [3–5, 8–12; и др.]. В водоемах заповедника не наблюдалось прямой зависимости числа видов от степени минерализации. Количество видов, разновидностей и форм в соленом оз. Шира одинаково с таковым в пресном оз. Спиринское – 196. В оз. Улугколь также отмечено довольно большое число таксонов видового и внутривидового рангов – 111. Число видов в соленых озерах значительно пополнилось за счет обследования участков озер, прилегающих к устьям рек, а также прибрежной зоны. В центральной же части озер многие виды отсутствуют. Исключать таксоны, встреченные в зоне смешивания пресных и соленых вод, мы считаем недопустимым. Для соленых озер, имеющих притоки, целесообразно проведение флористического районирования, когда учитывается пространственное разнообразие таксономической структуры водорослей.



Ориентированный граф отношений включения флор озер заповедника «Хакасский»: И – оз. Иткуль; С – оз. Спиринское; Л 1 – оз. Лиственки 1; Л 2 – оз. Лиственки 2; Т – оз. Терпекколь; Ш – оз. Шира; У – оз. Улугколь (меры включения: 1 – от 0,60 до 0,70; 2 – от 0,50 до 0,60; 3 – от 0,40 до 0,50)

Рассмотрим результаты обработки материала с помощью несимметричных мер. При пороге включения 0,60–0,70 ориентированный граф разделяется на две группы (рис.). Первая из них объединяет четыре локальные флоры пресных (Иткуль и Спиринское) и солоноватых (Лиственки) озер. Вторую группу формируют флоры соленых водоемов Шира и Улугколь. Флора соленого озера Терпекколь включена во флоры озер Шира, Улугколь и Иткуль при порогах включения 0,54; 0,52; 0,51 соответственно.

### Выводы

В озерах заповедника «Хакасский» выявлено 562 вида, разновидности и формы водорослей из 10 отделов. Основу таксономического спектра составляют представители диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей (93,4 % общего видового состава). Наибольшим видовым богатством отличаются семейства *Naviculaceae*, *Oscillatoriaceae*, *Nitzschiaceae*, роды *Navicula*, *Nitzschia*, *Cymbella*, *Oscillatoria*. Для озер характерна концентрация видовых и внутривидовых таксонов водорослей в сравнительно небольшом числе семейств и родов, что свидетельствует об автохтонном развитии альгофлоры. Отмечено значительное коли-

чество маловидовых семейств и родов (данный факт указывает на сложность флорогенетических процессов и на большую роль миграции в них).

Основными факторами, регулирующими развитие водорослей в озерах заповедника, являются минерализация воды и наличие притоков. Выявлено повышение ранга семейства *Oscillatoriaceae* и рода *Oscillatoria* в озерах с минерализацией более 12 г/л. Анализ, проведенный при помощи мер включения, показал, что наиболее сильные флористические несимметричные связи при пороге 0,6–07 обнаружены между флорами озер Иткуль, Спириновское, Лиственки 1, Лиственки 2, имеющими минерализацию до 6,54 г/л, и между сильно минерализованными водоемами Шира и Улугколь.

### Литература

1. Водные ресурсы Ширинского района Республики Хакасия / под ред. В.П. Парначева. – Томск: Изд-во ТГУ, 1999. – 171 с.
2. Водоросли: справ. / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
3. Воронихин Н.Н. К биологии минерализованных водоемов Кулундинской степи // Тр. СОПС АН СССР. – Л., 1934. – Ч. 1. – Вып. 8. – С. 177–183.
4. Воронихин Н.Н. Сравнительная характеристика альгологической растительности пресных и минерализованных водоемов Кулундинской степи // Юбил. сб. Б.А. Келлера. – Воронеж, 1931. – С. 273–279.
5. Коган Ш.И. Водоросли водоемов Туркменской ССР. – Ашхабад, 1972. – Кн. 1. – 250 с.
6. Кривошеев А.С. Лечение и отдых на озерах Красноярского края. – Красноярск, 1991. – 93 с.
7. Макеева Е.Г. Состояние изученности альгофлоры озер степных участков заповедника «Хакасский» // Науч. тр. Ассоциации заповедников и национальных парков Алтае-Саянского экорегиона / под ред. В.В. Непомнящего. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – Вып. 2. – С. 16–20.
8. Митрофанова Е.Ю. Фитопланктон озер разной минерализации (на примере системы реки Касмалы, Алтайский край) // Вестн. Алтай. гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 6. – С. 67–72.
9. Науменко Ю.В. Первые сведения об альгофлоре соленого озера Шара-Нур (Южная Тува) // Ботан. журн. – 1997. – Т. 82. – № 4. – С. 39–46.
10. Науменко Ю.В. Флора водорослей озера Убсу-Нур // Сибир. экол. журн. – 2003. – Т. 10. – № 4. – С. 415–421.
11. Попова Т.Г. К познанию альгофлоры водоемов Северной Хакасии. Ч. 1. К познанию альгофлоры водоемов Ширинской (Качинской) степи // Изв. Зап.-Сиб. фил. АН СССР. Сер. биол. – 1946. – № 1. – С. 41–72.
12. Сафонова Т.А., Ермолаев В.И. Водоросли водоемов системы озера Чаны. – Новосибирск: Наука, 1983. – 153 с.
13. Семкин Б.И., Комарова Т.А. Анализ фитоценологических описаний с использованием мер включения (на примере растительных сообществ долины р. Амгуемы на Чукотке) // Бот. журн. – 1977. – Т. 62. – № 1. – С. 54–62.
14. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 176 с.



## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА ЧИСТЫХ ДРЕВОСТОЕВ БЕРЕЗЫ ПЛОСКОЛИСТНОЙ (BETULA PLATYPHYLLA)

*В статье рассмотрены вопросы закономерности роста чистых древостоев березы плосколистной. На основе данных о скорости изменения высоты с возрастом дерева обоснована необходимость разработки нормативной базы для березы.*

**Ключевые слова:** скорость изменения высоты, нормативная база, береза.

*N.V. Vyvodtsev, S.A. Tyutrin*

## GROWTH REGULARITIES OF THE LARGE LEAVED BIRCH (BETULA PLATYPHYLLA) PURE FOREST STANDS

*The issues of growth regularities of the large leaved birch pure forest stands are considered in the article. The necessity of the standard base development for the birch is substantiated on the basis of the data on height change speed with age of the tree.*

**Key words:** height change speed, standard base, birch.

**Введение.** В последние десятилетия площадь лесов Дальневосточного федерального округа (ДФО), в которых преобладает береза плосколистная (*Betula platyphylla*), увеличивается высокими темпами. Так, за период с 2003 по 2009 г. указанный показатель вырос на 2,8 % [1]. Вызвано это, в первую очередь, изменением климата в регионе. Тем не менее особенности роста белоберезников до сих пор не нашли отражения в научной литературе. В то же время лесная промышленность региона традиционно приурочена к лесосырьевым базам, сформированным хвойными породами. С практической точки зрения это может привести к дефициту сырья, убыткам лесопромышленного комплекса, сокращению рабочих мест. Рациональное использование лесных ресурсов, качественные показатели которых претерпевают существенные изменения за короткий отрезок времени, определяется наличием нормативной базы, отражающей комплексную продуктивность древостоев. Для её разработки необходимо изучить региональные особенности роста белоберезников.

**Цель исследований.** Изучение особенностей роста чистых белоберезников на основе массового экспериментального материала – поведельной базы данных лесоустройства.

**Объекты и методы исследований.** Географическими границами объекта исследований является Чумиканский лесохозяйственный район [2]. Указанные данные охватывают леса, в которых береза плосколистная представлена пятью и более единицами в составе, произрастающими в первом ярусе – генеральная совокупность данных в количестве 4793 выделов. Выборка представляет собой чистые белоберезники (10 единиц в составе) в количестве 949 выделов.

В работе изучены особенности роста белоберезников на основе информации о высоте, достигнутой к определенному возрасту.

Прежде чем строить линии роста, экспериментальный материал был подвергнут фильтрации следующим образом. Для каждого класса возраста рассчитывались средние высоты и их статистики. Затем те наблюдения, значения которых превышали по модулю 1,96  $\delta$  (стандартное отклонение от среднего), удалялись. В результате количество наблюдений сократилось до 907. Далее для каждого класса возраста рассчитывались средние значения высоты. Полученные средние высоты выравнивались аналитически функцией Митчерлиха (1):

$$y = a(1 - \exp(-bx))^c, \quad (1)$$

где  $y$  – значение таксационного показателя;  $x$  – класс возраста;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – параметры уравнения.

По классификации А.К. Кивисте [4], функция (1), известная как функция Дракина-Буевского, отвечая общим требованиям к функциям роста, имеет формулу вычисления точки перегиба, рекомендуется в качестве базовой при моделировании хода роста по основным таксационным признакам.

Для определения границ поля наблюдений в каждом классе возраста выделялись максимальные и минимальные средние высоты, которые подвергались аналитическому выравниванию функцией (1). В результате были получены верхняя и нижняя границы поля экспериментальных данных. Наблюдения, значения которых находились за пределами границ, были удалены. Количество наблюдений составило 795 выделов. Указанные наблюдения явились основой для построения кривых хода роста в высоту. Основные статистики распределения средних высот по классам возраста приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Основные статистики распределения средних высот по классам возраста

Класс возраста	10	20	30	40	50	60	70	80
Среднее	2,71	6,20	9,90	12,10	14,83	17,19	18,73	19,73
Стандартное отклонение	0,72	1,61	1,45	1,72	1,23	1,48	0,94	1,10
Коэффициент вариации, %	26,4	25,9	14,6	14,2	8,3	8,6	5,0	5,6
Эксцесс	-0,87	-1,02	-0,79	-1,24	-0,19	-0,46	-0,75	-0,92
Асимметричность	0,50	0,35	-0,20	0,19	0,13	-0,49	-0,16	-0,44
Число наблюдений	41	82	146	122	63	53	22	11

Изменчивость средней высоты в пределах класса возраста не превышает 27 %. Таким образом, на 5%-м уровне значимости были получены три кривые изменения высот с возрастом белоберезников, которые приняты нами за границы классов роста, характеризующие древостои с максимальными значениями высот ( $H_{\max}$ ), средними значениями ( $H_{\text{сред}}$ ) и минимальными значениями высот ( $H_{\min}$ ). Параметры уравнения и показатели адекватности приведены в табл. 2.

Таблица 2

### Результаты аналитической аппроксимации средних высот

Ряд	Параметр уравнения			S	R
	A	B	C		
$H_{\max}$	22,722	0,039	1,489	1,351	0,980
$H_{\text{сред}}$	23,949	0,026	1,461	1,476	0,943
$H_{\min}$	30,524	0,015	1,574	1,135	0,981

*Примечание.*  $H_{\max}$ ,  $H_{\text{сред}}$ ,  $H_{\min}$  – ряды изменения средней высоты, полученные по максимальным, средним и минимальным средним высотам; S – стандартная ошибка; R – коэффициент корреляции.

Параметр «а» характеризует предельное значение таксационного признака. Данные табл. 2 позволяют сделать предположение о существовании связи скорости роста с абсолютными значениями таксационного признака – с увеличением скорости роста предельное значение высоты снижается. Для определения характера указанной связи на основе полученных рядов изменения высоты с возрастом определялась скорость изменения высоты по формуле (2), где Y' – скорость изменения таксационного показателя; y – значение таксационного показателя; a, b, c – параметры уравнения.

$$Y' = b \cdot c \cdot y \left( \left( \frac{a}{y} \right)^{\frac{1}{c}} - 1 \right). \quad (2)$$

Дополнительно определялся возраст точки перегиба (3). Соответствующая этому возрасту высота рассчитывалась по функции (1) с учетом параметров табл. 2.

$$t_{\max} = \frac{\ln(c)}{b}. \quad (3)$$

Результаты расчетов отражены на графике рис. 1.

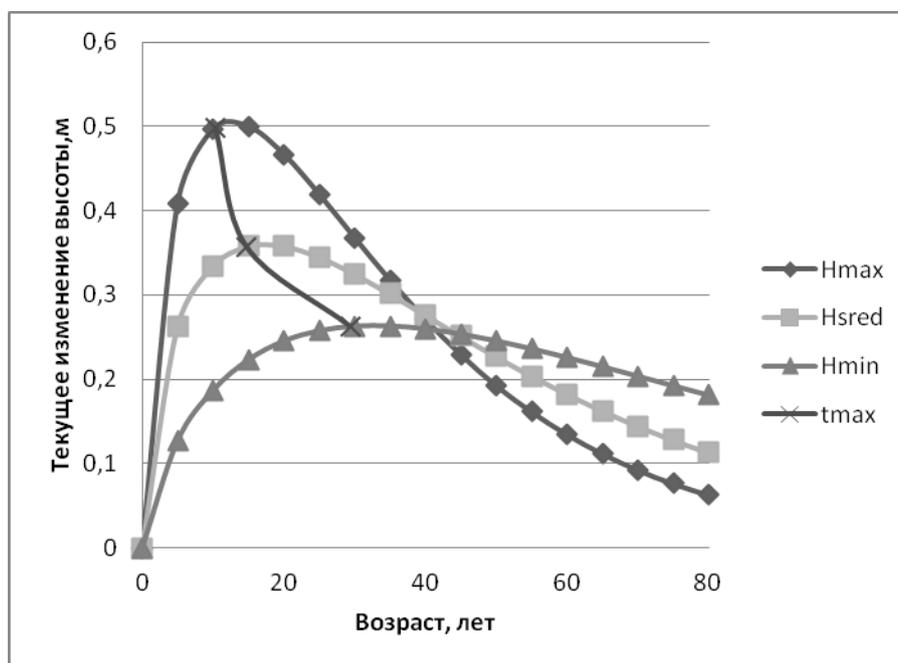


Рис. 1. Скорость изменения высоты с возрастом:  $H_{\max}$ ,  $H_{sred}$ ,  $H_{\min}$  – ряды изменения средней высоты;  $t_{\max}$  – максимальное изменение средней высоты

**Результаты исследований и их обсуждение.** Данные рис. 1 свидетельствуют, что у чистых белоберезников Чумиканского ЛХР возраст кульминации текущего изменения средней высоты варьируется от 10 до 29 лет. При этом точки экстремумов от максимального значения к минимальному плавно снижаются по параболической кривой. В возрастном интервале 41–45 лет для всех классов роста скорость изменения средней высоты можно принять практически одинаковой. С биологической точки зрения в насаждениях различных условий произрастания на генетическом уровне заложено стремление к достижению климаксового состояния – равновесия [3], которого они достигают, затратив различное количество энергии. Различия затраченной энергии объясняется тем, что в древостоях часть энергии тратится на преодоление сложных условий произрастания. К тому же этот процесс занимает некоторое время. Данный аспект необходимо учитывать при назначении лесохозяйственных мероприятий, проводя уход в первую очередь в насаждениях, произрастающих в худших условиях. Указанная тенденция согласуется с определением биологической системы (в том числе древостой) с позиции термодинамики, согласно которой биологическая система является открытой неравновесной системой, непрерывно обменивающейся энтропией с внешней средой [5, 6, 7]. С практической точки зрения в интервале 45 лет можно осуществлять бонитирование древостоев, поскольку они исчерпали биологические и экологические возможности определенных условий произрастания.

Полученные классы роста изменения средних высот с возрастом сравнивались с типами роста березовых древостоев по Н.Я. Саликову [8]. Для этого абсолютные значения средних высот методом индексов, приняв за базу 50-летний возраст, были преобразованы в относительные. На рис. 2 показаны индексные значения высот белоберезников Чумиканского ЛХР. Следует отметить, что характер роста в высоту чистых белоберезников Чумиканского ЛХР в относительных величинах занимает достаточно узкий диапазон. Другими словами, характеризует близкие лесорастительные условия произрастания древостоев.

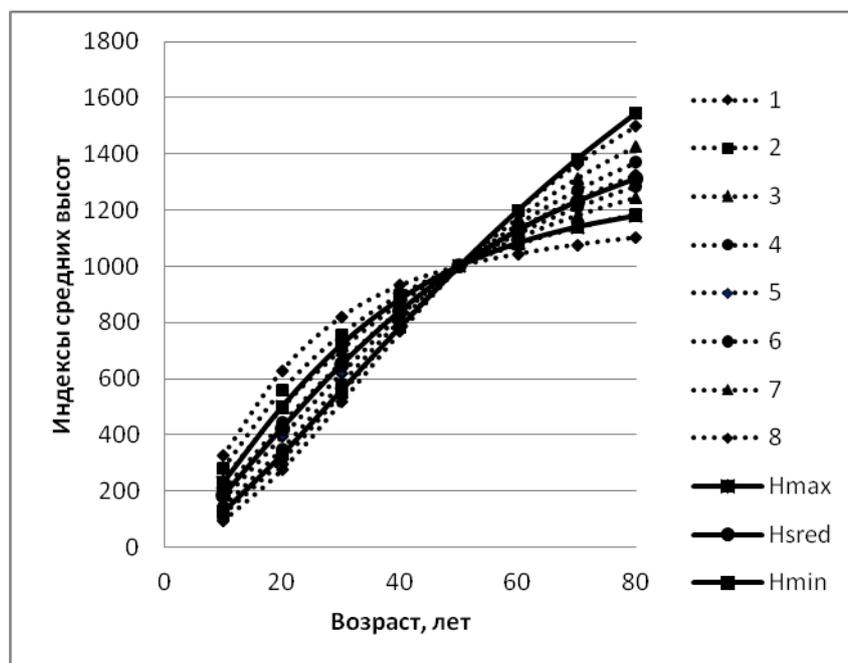


Рис. 2. Сравнение построенных рядов с типами роста березовых древостоев по Н.Я. Саликову

В типовой шкале роста Н.Я. Саликова построенные ряды соответствуют индексам от 3 до 7 типов роста. Характерной особенностью изучаемых белоберезников является переход из одного типа роста в другой. Так, ряд индексов  $h_{max}$ , отражающий верхний предел роста белоберезников, из 3 типа роста переходит во 2, Ряд  $h_{min}$  – из 7 типа роста – за пределы 8 типа. Такие изменения, во-первых, вызваны особенностью методики построения абсолютных высот, во-вторых, морфометрическими характеристиками березовых древостоев Чумиканского ЛХР. Последние отражают динамику таксационных показателей модальных древостоев, а при составлении типовой шкалы Н.Я. Саликова участвовали в основном нормальные насаждения, которые и представляют систему типов роста.

### Выводы

Таким образом, проведенные исследования в чистых насаждениях березы плосколистной Чумиканского ЛХР позволяют сделать следующие выводы.

Система типов роста Н.Я. Саликова учитывает многообразие характеров роста древостоев и позволяет сравнивать определенные таксационные признаки насаждений независимо от географических условий произрастания.

Особенности роста белоберезников Чумиканского ЛХР по высоте соответствуют границам типовой шкалы роста Н.Я. Саликова. Вместе с тем изучаемый таксационный признак, начиная расти по одному типу, не сохраняет постоянство в более старшем возрасте и переходит из одного типа роста в другой, что указывает на особенности лесообразовательных процессов, протекающих в северной части ареала распространения породы.

В процессе роста белоберезников наступает возрастной период, в котором скорость изменения высоты характерна для всего семейства кривых – линии пересекаются примерно в одном возрасте (41–45 лет). Указанный период с практической точки зрения можно приравнять к возрасту рубки, а с биологической – к началу распада древостоя.

Использование функции Митчерлиха позволило определить максимальную скорость изменения таксационного признака во времени и пространстве.

### Литература

1. Выводцев Н.В., Тютрин С.А. Изучение хода роста березы плосколистной в Дальневосточном федеральном округе // Лес-2011: мат-лы XII Междунар. науч.-техн. конф. – Брянск, 2011. – С. 35–37.

2. Лесохозяйственное районирование Дальнего Востока (нормативно-справочные материалы) / ДальНИИЛХ. – Хабаровск, 1980. – 55 с.
3. Выводцев Н.В. Моделирование и прогнозирование продуктивности древостоев основных лесообразующих пород Дальнего Востока: учеб. пособие. – Хабаровск: Из-во ХГТУ, 2001. – 95 с.
4. Кивисте А.К. Функции роста леса: учеб.-справ. пособие. – Тарту 1988. – 108 с.
5. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур: пер. с англ. Ю.Л. Данилова, В.В. Белого. – М.: Мир, 2002. – 461 с.
6. Зотин А.И. Второе начало, негентропия, термодинамика линейных необратимых процессов // Термодинамика биологических процессов. – М., 1976. – С. 16–25.
7. Свалов Н.Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 214 с.
8. Общесоюзные нормативы для таксации лесов: справ. / В.В. Загреев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко [и др.]. – М.: Колос, 1992. – 495 с.



УДК 581.6:579.61

М.Л. Сидоренко

### ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ТРУТОВИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО

Установлена оптимальная питательная среда и физико-химические параметры для культивирования листовенничной губки. Показано, что листовенничная губка активно размножается на полусинтетической среде с добавкой пивного сусла рН 5,5–5,8. Рекомендуемая температура культивирования 25–27°C.

**Ключевые слова:** *Fomitopsis officinalis*, питательная среда, физико-химические параметры.

M.L. Sidorenko

### ISSUES OF THE TINDER FUNGUS ARTIFICIAL CULTIVATION

The optimal nutrient medium and physical and chemical parameters for tinder fungus cultivation are determined. It is shown that tinder fungus propagates actively on the semisynthetic medium with beer mash pH 5,5–5,8 addition. The recommended temperature of cultivation is 25–27°C.

**Key words:** *Fomitopsis officinalis*, nutrient medium, physical and chemical parameters.

---

**Введение.** В настоящее время в отечественной и мировой науке наблюдается повышенный интерес к изучению грибов. Это связано, прежде всего, с кардинальным пересмотром значимости и уникальности экологических функций, контролируемых грибами в природных экосистемах [1].

Особое внимание привлекает ксилотрофный базидиомицет *Fomitopsis officinalis* (Vill.: Fr.) Bondartsev et Singer, известный как трутовик лекарственный или листовенничная губка, который активно используется в народной и официальной медицине на протяжении нескольких тысячелетий. В настоящее время естественные ресурсы этого вида истощены и как редкий исчезающий вид он внесен во многие региональные Красные книги. Это единственный вид трутовых грибов, который планируется внести в Красную книгу России.

В связи с этим возрастает необходимость в искусственном культивировании *F. officinalis*. Глубинное культивирование является одним из наиболее перспективных направлений, способствующих быстрому получению мицелия с определенными характеристиками.

**Цель исследований.** Подбор наиболее оптимальной питательной среды для глубинного культивирования листовенничной губки.

**Объекты и методы исследований.** В работе использовался штамм *Fomitopsis officinalis* из коллекции культур грибов лаборатории низших растений Биолого-почвенного института ДВО РАН. Культуру храни-

ли при 4<sup>0</sup>С на сусло-агаре, пересевали 1 раз в месяц. Для получения глубинного мицелия листовничную губку выращивали в колбах Эрленмейера на 250 мл со 100 мл питательной среды на качалке. В работе использовали следующие среды [1, 3]:

- 1) пивное сусло 4<sup>0</sup> по Баллингу;
- 2) глюкозная среда 1: глюкоза – 20 г, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 3,5, KCl – 0,5, K<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1, MgSO<sub>4</sub> – 0,5 г, сусло (15<sup>0</sup> по Баллингу) – 115 мл, вода дистиллированная – до 1 л;
- 3) глюкозная среда 2: глюкоза – 20 г, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 3,5, KCl – 0,5, K<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1г, MgSO<sub>4</sub> – 0,5 г, сусло (15<sup>0</sup> по Баллингу) – 115 мл, вода из водопровода – до 1 л;
- 4) среда с крахмалом (г/л): крахмал – 10,0, мука соевая – 2,0, NH<sub>4</sub>Cl – 2,4, MgSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O – 0,38;
- 5) мучная среда с сывороткой (г/л): мука пшеничная высший сорт – 14,0, молочная сыворотка – 10 % по объему, K<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1, MgSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O – 0,38;
- 6) кукурузно-соевая мука (г/л): соевая мука – 40,0, кукурузная мука – 17,3, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 0,5;
- 7) мучная среда (г/л): мука пшеничная высший сорт – 57,3, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 0,5;
- 8) глюкозо-пептонная среда (г/л): KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1,0, MgSO<sub>4</sub> – 1,0, KCl – 0,5г, пептон – 5,0, глюкоза – 30;
- 9) глюкозная среда 3: глюкоза – 20 г, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 3,5, KCl – 0,5, K<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1, MgSO<sub>4</sub> – 0,5 г, вода дистиллированная – до 1 л.

Математическую обработку результатов исследований проводили с использованием статистических функций Microsoft Excel 2000.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В результате исследований установлено, что на богатых натуральных средах, содержащих соевую, пшеничную или кукурузную муку, молочную сыворотку, мицелиальный рост гриба очень слабый или не наблюдается вообще (табл.). В то же время на синтетических средах с добавкой пивного сусла урожай биомассы достигает 7,1 г/л, что является своеобразным рекордом для листовничной губки. Поскольку, по данным О.П. Низовской и Н.М. Миловой [3], она относится к медленно растущим видам грибов.

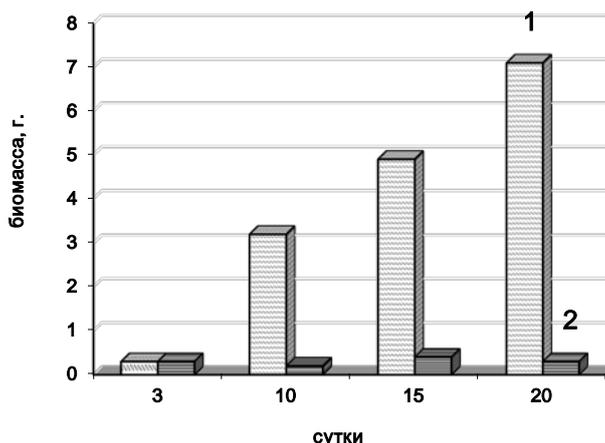
#### Накопление биомассы мицелия *F. officinalis* в условиях глубинного культивирования

Среда	рН			Сахар, ° по Баллингу			Биомасса, г/л	
	начальное	на 10-е сутки	на 20-е сутки	начальное	на 10-е сутки	на 20-е сутки	на 10-е сутки	на 20-е сутки
Пивное сусло	6,50	5,42	3,71	4,0	4,5	4,7	2,5	6,1
Глюкозная среда 1	6,60	5,36	4,50	4,0	4,6	4,9	2,8	6,3
Глюкозная среда 2	6,60	5,36	4,70	4,0	4,6	4,9	3,2	7,1
Среда с крахмалом	7,52	5,82	5,24	2,8	3,0	3,8	0,6	0,8
Мучная среда с сывороткой	5,64	5,64	5,63	1,0	1,1	1,0	0	0
Кукурузно-соевая мука	5,51	5,51	5,49	1,2	1,2	1,2	0	0
Мучная среда	5,59	5,59	5,57	1,5	1,6	1,4	0	0
Глюкозо-пептонная среда	7,79	7,51	7,25	2,1	1,8	1,6	0,9	0,3
Глюкозная среда 3	6,52	5,31	4,41	3,7	4,1	4,5	2,6	6,0

Обращает на себя внимание тот факт, что при одинаковом составе сред добавка пивного сусла увеличивает выход биомассы мицелия. Интересно и то, что при культивировании на средах, содержащих пивное сусло, биомасса и культуральная жидкость приобретают запах фруктового компота с легким медовым оттенком.

Важнейшими факторами, регулирующими рост и метаболизм высших базидиомицетов в культуре, является температура, рН питательной среды, аэрация [2].

В связи с этим культура трутовика лекарственного выращивалась нами на исследуемых средах при температурах 6–10 и 25–28<sup>0</sup>С. Данные проведенных экспериментов показали, что наибольший выход биомассы при прочих равных условиях обеспечивает температура 25–28<sup>0</sup>С, тогда как при 6–10<sup>0</sup>С увеличения биомассы культуры не наблюдалось (рис.).



Накопление биомассы мицелия *F. officinalis* на глюкозной среде 2 при температуре 25–28°C (1) и 6–10°C (2)

О.П. Низовская и Н.М. Милова [4] относят листовничную губку к культурам с высокой оптимальной кислотностью. Однако исследуемый штамм *F. officinalis* в процессе эксперимента показал активный рост при довольно широком спектре значений pH, от 3,7 до 7,6.

Следует отметить, что в процессе роста культура довольно значительно закисляла среду. Так, при росте на пивном сусле значение pH падало с 6,50 до 3,71, а на среде с крахмалом – с 7,52 до 5,24 (табл.).

Таким образом, наиболее оптимальная среда для глубинного культивирования трутовика лекарственного в лабораторных условиях – глюкозная среда 2 с добавкой сусла и приготовленная на водопроводной воде, имеющая значение pH 5,5–5,8. Рекомендуемая температура культивирования 25–27°C.

### Литература

1. Получение плодовых тел и глубинного мицелия *Lentinus edodes* (Berk.) Sing [*Lentinula edodes* (Berk.) Peilger] / Е.А. Александрова, Л.А. Завьялова, В.М. Терешина [и др.] // Микробиология. – 1998. – Т. 67. – № 5. – С. 649–654.
2. Факторы, влияющие на образование полисахаридов *Ganoderma lucidum* / В.Г. Бабицкая, В.В. Щерба, Т.А. Пучкова [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2005. – Т. 41. – № 2. – С. 194–199.
3. Маттисон Н.Л., Низовская О.П., Милова Н.М. Влияние некоторых условий роста на активность лакказы в культуре гриба *Inonotus obliquus* (Fr.) Pil. // Кормовые белки и физиологически активные вещества для животноводства. – М.; Л., 1965. – С. 26–32.
4. Низовская О.П., Милова Н.М. К сравнительно-физиологической характеристике грибов из порядков Афиллофоровых и Агариковых в культуре // Кормовые белки и физиологически активные вещества для животноводства. – 1965. – С. 6–11.



**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ФИЛЛОСФЕРЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СИБИРИ**

*В статье рассматриваются вопросы микробиологической индикации филлосферы лесных экосистем Сибири. Микробные комплексы служат инструментом диагностики состояния и мониторинга лесной экосистемы. Критериями степени техногенного воздействия Назаровской ГРЭС на древостой являются численность эпифитных микроорганизмов, соотношение спорозоных и неспорозоных форм, наличие пигментированных бактерий. Степень дефолиации насаждений сибирским шелкопрядом диагностируется частотой встречаемости комплекса офиостомовых грибов, ассоциированных с насекомыми-ксилофагами.*

**Ключевые слова:** лесные экосистемы, филлосфера, микробиологическая индикация, эпифитные микроорганизмы, офиостомовые грибы.

E.N. Afanasova

**MICROBIOLOGICAL INDICATION OF THE FOREST ECOSYSTEM PHYLLOSPHERE IN SIBERIA**

*The issues of microbiological indication of the forest ecosystem phyllosphere in Siberia are considered in the article. Microbial complexes serve as the tool for condition diagnostics and monitoring of the forest ecosystem. Number of the epiphytic microorganisms, correlation of the sporogenous and nonsporogenous forms and pigmented bacteria availability are the criteria of technogenic influence degree of the Nazarovskaya SREPP on the forest stands. The plant defoliation degree by Siberian silkworm is diagnosed by frequency of the Ophiostomataceae fungi complex occurrence, associated with the insects- xylophages.*

**Key words:** forest ecosystems, phyllosphere, microbiological indication, epiphytic microorganisms, ophiostomataceae fungi.

Отражением антропогенного (техногенного) воздействия на лесные экосистемы и их различные элементы (почву, подстилку, филлосферу) служат морфологические изменения микробных популяций, кинетика их роста и развития, структурные преобразования микробных сообществ, биохимическая активность [3, 2, 8, 12, 13, 5]. Микробные реакции на воздействие различных нарушающих факторов проявляются быстро и достаточно отчетливо, что позволяет в короткие сроки выявить наиболее нарушенные экологические зоны, прогнозировать их состояние при сохранении или устранении антропогенного фактора. С другой стороны, выявление устойчивых к антропогенному воздействию групп, популяций или отдельных видов микроорганизмов дает возможность их дальнейшего использования в биоремедиации нарушенных экосистем [14].

Изучение степени допустимости антропогенного воздействия на различные элементы лесной экосистемы возможно только путем сопоставления изменения микробного компонента под действием антропогенных нагрузок с изменениями, вызванными природными факторами [8, 13, 14]. Отсюда вытекает необходимость проведения эколого-микробиологического анализа в ненарушенных экосистемах, изучения ответных реакций микробных комплексов на антропогенные (техногенные) воздействия и выбора индикационных микробиологических показателей, пригодных для оценки состояния нарушенных экосистем.

**Цель исследований.** Выявление адекватных микробиологических показателей-индикаторов состояния филлосферы при разного рода природных и техногенных нарушениях.

**Материалы и методы исследований.** Эколого-микробиологический анализ комплексов микроорганизмов филлосферы лесных экосистем проводился в условиях Средней Сибири в 1995–2010 гг. на стационарных пунктах, оборудованных на юге Красноярского края (Канско-Ачинский топливно-энергетический комплекс – КАТЭК) и Хакасии.

В зоне техногенного воздействия исследовали насаждения, подверженные выбросам предприятий КАТЭКа. Изучали нарушающее воздействие техногенных выбросов на эпифиты филлосферы, а также влияние дефолиаций сибирским шелкопрядом на динамику комплексов офиостомовых грибов, ассоциированных с насекомыми-ксилофагами на древесных видах.

Исследование микробоценозов филлосферы проводилось в сосновых насаждениях Дороховского, Пионерского, Захаринского боров и Ададымских березовых насаждениях. Эпифитные микроорганизмы изучались на культурах сосны и лиственницы. Все указанные участки расположены в 5–7 км от факела техно-

генных выбросов Назаровской ГРЭС; вне сферы влияния поллютантов находятся Ададымские березовые насаждения и культуры сосны южного склона хребта Арга.

В Хакасии образцы для микологического анализа офиостомовых грибов филлосферы отбирали в зоне лесостепных лиственничников, отличающихся повышенной теплообеспеченностью, оптимальной для развития кородея *Ips cembrae* – основного переносчика микромицетов. Образцы пораженной древесины собирали на горях в сосновых и сосново-лиственничных древостоях.

За основу при изучении количественного и качественного состава различных эколого-трофических групп микроорганизмов (ЭКТГМ) в почве и лесной подстилке взято руководство [7].

Учитывали следующие группы микроорганизмов: бактерии – на мясопептонном агаре (МПА); актиномицеты и бактерии – на крахмало-аммиачном агаре (КАА); олигонитрофилы – на среде Эшби; денитрифицирующие бактерии – на среде Гильтая; олигокарбофилы – на голодном агаре (ГА); целлюлозоразрушающие микроорганизмы – на среде Гетченсона. Спорообразующие формы учитывали на плотной среде МПА+СА в равном отношении, с предварительной пастеризацией почвенной взвеси.

Образцы филлосферы отбирали 4–6 раз в течение вегетационного периода и приурочивали к определенным фазам роста и развития основной лесобразующей породы в районе исследований. Фенофаза: I) начало вегетации, период роста побегов; II) период роста хвои и начало закладки верхушечной почки центрального побега; III) конец роста хвои; IV) начало листопада и формирования верхушечных почек. Работали с такими разведениями суспензии, при которых на чашке Петри вырастало 50–150 колоний бактерий и актиномицетов и 20–50 колоний грибов. Таким образом, в течение 4 сезонов вегетации проанализировано 24 образца филлосферы.

Идентификацию выделенных культур эпифитных микроорганизмов осуществляли по морфологическим, культуральным и физиологическим признакам с использованием определителей [6, 11, 4, 9].

У эпифитных микроорганизмов изучали способность усваивать источники азота, используя синтетическую среду М.В. Федорова. В качестве источников брали минеральный азот в виде  $\text{KNO}_3$  и  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  и органический – мочевины, пептон, аспарагин, гликокол. Исследовали возможность культур гидролизовать крахмал и клетчатку, расщеплять жиры, усваивать и сбраживать углеводы.

Были исследованы свойства спорообразования у культур и образования ацетилметилкарбинола по тесту Фогес-Проскауера. Определяли кислотоустойчивость, реакцию на каталазу, способность образовывать пигмент.

Виды офиостомовых грибов идентифицировали на основании морфологических признаков анаморф и телеоморф [1]. Статистическая обработка данных проведена в Microsoft Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При анализе микрофлоры филлосферы древостоев Дороховского (зона интенсивного влияния ГРЭС) и Захаринского (в 70–80 км от ГРЭС) боров установлено, что число микробных клеток на 1 г хвои в Дороховском бору в два раза больше, чем в Захаринском (табл. 1). Существенные различия отмечаются в качественном составе микроорганизмов. Эпифиты Захаринского бора на 96 % представлены неспорообразующими Гр(-) бактериями, близкими по таксономическому положению к роду *Pseudomonas*. В Дороховском бору 70 % эпифитов составляют пигментные формы. Эпифитная микрофлора Ададымских березовых насаждений в численном отношении значительно превосходит микрофлору Дороховского и Захаринского боров и достигает 52 840 тыс. КОЕ на 1 г хвои. Объясняется это различие разным фитонцидным действием на микрофлору лиственных и хвойных пород. В составе микроорганизмов на листьях березовых насаждений возрастает до 30 % количество спорообразующих бактерий преимущественно рода *Bacillus*.

Численность эпифитных микроорганизмов культур сосны и лиственницы в зоне активного техногенеза превосходит таковую на контрольном участке почти в 20 раз. Здесь доминируют спорозоносные бактерии (92 % на сосне и 96 % на лиственнице), а на культурах сосны контрольного участка – неспорообразующие формы (90 %). Такая существенная разница в составе микробных комплексов филлосферы объясняется влиянием частиц техногенных выбросов. За счет увеличения в микробных комплексах спорообразующих форм микроорганизмов повышается их устойчивость к высоким концентрациям техногенных загрязнителей, в составе которых преобладают соединения кальция, железа, магния, марганца, стронция, бария и кадмия.

При учете биомассы эпифитных микроорганизмов и исследовании физиологической активности доминантных культур отмечено, что по мере приближения насаждений к источнику загрязнения (Назаровская ГРЭС) биомасса микроорганизмов возрастает, а физиологическая активность снижается. Снижение ферментативной активности микроорганизмов следует расценивать как вредоприспособительную реакцию на те компоненты, которые попадают на поверхность древостоев в результате осаждения поллютантов.

Таблица 1

## Численность, биомасса и физиологическая активность эпифитных микроорганизмов

Район	Число клеток на 1 г хвои или листьев	Биомасса, мг/г хвои или листьев	Преобладающая форма	Положительная реакция, %				
				на органический азот	на неорганический азот	на крахмал	на желатину	на каталазу
Ададымские насаждения	52840	0,21	Спорообразующие (30 %)	84	82	67	36	73
Захаринский бор	1400	0,012	Неспоровые (90 %)	57	64	72	36	63
Дороховский бор	2900	0,013	Пигментные (70 %)	37	46	6	13	7
Хребет Арга	2100	0,005	Неспоровые (86 %)	44	42	22	11	10
Культуры сосны	14500	0,05	Спорообразующие (92 %)	10	25	17	14	12
Культуры лиственницы	18400	0,06	Спорообразующие (96 %)	40	30	26	21	18

Эпифитная микрофлора при ее высокой чувствительности к аэрозольным воздействиям тем не менее теряет свое диагностическое значение в периоды обильного выпадения осадков, которые смывают микробные клетки с поверхности растений в подстилку. Именно микробсообщества подстилок в большей степени пригодны для диагностики влияния аэрозольных загрязнений на лесные экосистемы на ранних стадиях техногенного онтогенеза. Как и при индикации почв, здесь решающее значение имеет соотношение диапазонов численности ЭКТГМ и изменения в видовом составе доминантных форм микроорганизмов.

При исследовании филлосферы древесных насаждений в лесных экосистемах Сибири вместе с эпифитными бактериями в качестве индикаторных микроорганизмов для оценки состояния дерева использовали офиостомовые грибы, ассоциированные в природе с насекомыми-ксилофагами [10, 1]. Установлено, что грибы синевы древесины являются обязательным компонентом грибных сообществ в ходах короеда-типографа и черного пихтового усача, доминируя среди других мицелиальных форм на первых этапах сукцессии грибов в поврежденных растительных тканях ели и пихты. Исследованы грибы синевы древесины, переносимые черным пихтовым усачом и короедом-типографом в хвойных древостоях, дефолиированных сибирским шелкопрядом (мощный повреждающий фактор). В дефолиированных шелкопрядом древостоях ели и пихты сибирской грибы синевы древесины являются обязательным компонентом и основой микобиоты черного пихтового усача и короеда-типографа. Зарегистрированная частота встречаемости грибов свидетельствует об эпидемическом уровне их распространения в популяции вредителя на поврежденных участках (табл. 2). В исследуемом районе (Нижнее Приангарье) черный пихтовый усач переносит комплекс грибов синевы древесины, представленный главным образом видами *Ophiostoma curvicolis*, *Ophiostoma sp.* и *Leptographium sp.*

Таблица 2

## Частота встречаемости грибов синевы древесины в тканях пихты сибирской, поврежденной черным пихтовым усачом

Тип леса	Период дефолиации, гг.	Встречаемость грибов, %			
		Общая	<i>Leptographium sp.</i>	<i>Ophiostoma sp.</i>	<i>O. curvicolis</i>
Контроль	0	60	60	0	0
ПОР	1994–1995	96	68	28	60
ПОР	1995–1996	100	88	52	16
ПМЗ	1995.	100	100	63	29
ПРО	1994–1995	84	68	52	48

Примечание. ПОР – пихтарник осочково-разнотравный; ПМЗ – пихтарник мелко травно-зеленомошный; ПРО – пихтарник разнотравно-осочковый.

Общая частота встречаемости этого комплекса в ходах вредителя достигла 90–100 % на пробных площадях в дефолированных шелкопрядом древостоях и не превышала 60 % на контрольном участке в ненарушенном древостое. Исследование видового состава и численности микромицетов коры ели и пихты позволяет говорить о зависимости этих показателей от вида и степени дефолиации кроны растения-хозяина.

**Заключение.** Результаты микробиологического анализа филлосферы в зоне активного антропогенного (техногенного) воздействия показывают, что микробные комплексы служат инструментом диагностики состояния и мониторинга лесной экосистемы.

Численность эпифитных микроорганизмов, соотношение спорозоносных и неспорозоносных форм, наличие пигментированных бактерий являются критериями степени техногенного воздействия Назаровской ГРЭС на древостой.

Негативное состояние насаждений в результате нарушающих воздействий (дефолиация сибирским шелкопрядом) диагностируется высокой частотой встречаемости комплекса офиостомовых грибов, ассоциированных с насекомыми ксилофагами.

### Литература

1. Афанасова Е.Н., Пашенова Н.В. Взаимоотношения офиостомовых грибов, переносимых насекомыми-ксилофагами между собой и другими микромицетами хвойных пород Сибири // Микология и фитопатология. – 2005. – Т. 39. – № 2. – С. 62–65.
2. Горленко М.В. Функциональное биоразнообразие почвенных микроорганизмов: подходы к оценке // Перспективы развития почвенной биологии. – М.: Наука, 2001. – С. 228–234.
3. Гузев В.С. Экологическая оценка антропогенных воздействий на микробную систему почвы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 38 с.
4. Добровольская Т.Г., Скворцова И.Н., Лысак Л.В. Методы выделения и идентификации почвенных бактерий. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 71 с.
5. Добровольская Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв. – М.: Академкнига, 2002. – 282 с.
6. Красильников Н.А. Определитель бактерий и актиномицетов. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 829 с.
7. Методы стационарного изучения почв. – М.: Наука, 1977. – 248 с.
8. Никитина З.И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем. – Новосибирск: Наука, 1991. – 219 с.
9. Определитель бактерий Берджи: пер. с англ. – М.: Мир, 1997. – 800 с.
10. Офиостомовые грибы в ходах листовничного кородея / Н.В. Пашенова, В.П. Ветрова, Р.М. Матренина [и др.] // Лесоведение. – 1995. – № 6. – С. 61–67.
11. Скворцова И.Н. Идентификация почвенных бактерий. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 63 с.
12. Сорокин Н.Д. Экологические закономерности развития микрофлоры в почвах южной тайги Средней Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1990. – 38 с.
13. Сорокин Н.Д. Микробиологический мониторинг лесных экосистем Сибири при различных антропогенных воздействиях // Успехи современной биологии. – 1993. – Т. 113. – № 2. – С. 131–140.
14. Сорокин Н.Д. Микробиологическая диагностика лесорастительного состояния почв Средней Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 221 с.



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ г. ВЛАДИВОСТОКА  
МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ**

*В статье рассматриваются вопросы определения экологического состояния окружающей среды по кривым распределения размеров листьев. Этот метод впервые опробован учеными в г. Владивостоке и уже принес желаемые результаты.*

**Ключевые слова:** *окружающая среда, биоиндикация, листья, тяжелые металлы.*

*A.V. Ermolenko, T.V. Volkova, T.N. Tokarchuk, D.V. Pochekunin*

**ENVIRONMENTAL CONDITION DETERMINATION IN VLADIVOSTOK CITY BY MEANS  
OF BIOINDICATION METHOD**

*The issues of environment ecological condition determination on the curves of leaf size distribution are considered in the article. This method has been used for the first time by the scientists in Vladivostok city and has already given the desirable results.*

**Key words:** *environment, bioindication, leaves, heavy metals.*

**Введение.** В последние годы все более широкий размах приобретают исследования, направленные на определение состояния окружающей среды методами биоиндикации по видовому разнообразию различных живых организмов. Связано это с тем, что химический анализ на ряд элементов довольно дорог и трудоемок. Кроме того, этот анализ определяет состояние среды только на момент взятия проб. Между тем биоиндикация позволяет судить о том же самом пролонгировано.

Обычно биоиндикация требует знания систематики и морфологии тех или иных живых организмов (иначе их просто невозможно идентифицировать) и доступна лишь специалистам-биологам [1].

**Цель исследований.** Апробация более простого метода биоиндикации – анализа состояния окружающей среды на улицах г. Владивостока по размеру листьев ильма японского *Ulmus japonica* (Rehd.). Данные биоиндикации подтверждались химическим анализом. Работа выполнена на базе Биолого-почвенного института ДВО РАН и химического факультета ДВФУ.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследований был выбран ильм – наиболее распространенное в г. Владивостоке дерево. Сбор листьев древесной растительности производился в 2008–2009 гг. в начале сентября в течение двух дней с учетом экспозиции преобладающего ветра. Листья отбирали методом случайной выборки с веток одинаковой толщины 12 деревьев примерно одного возраста на высоте 1,5–2 м (не менее 100 листьев). Для построения графиков распределения использовалась условная площадь листьев – произведение длины на ширину. Полученные произведения группировались по размерным группам с интервалом 5 см<sup>2</sup> и строились кривые распределения величины листьев. Листья после промеров взвешивались, помещались в эксикатор и высушивались при температуре 105° С в сушильном шкафу в течение 2 ч до получения постоянной массы. Материал озоляли в муфельной печи при температуре 650° С. Навески отбирали и взвешивали с точностью до четвертого знака после запятой. Определение элементов в пробах листьев проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) [2]. Для этого по 0,1 г озоленной пробы листьев разлагалось царской водкой (смесь концентрированных азотной и соляной кислот в соотношении 1:3 при нагревании). Полученный раствор выпаривали до сухих солей и растворяли в воде до получения объема 25 мл. Этот раствор анализировался на масс-спектрометре Agilent 7500с. Содержание подвижных форм микроэлементов и тяжелых металлов исследовалось общепринятыми методами в 1н HCl-вытяжке на атомно-адсорбционном спектрофотометре Hitachi-05 M и пламенно-эмиссионном спектрофотометре "Shimadzu" AA-6601F в лаборатории химического факультета ДВФУ. Относительное стандартное отклонение определения – не более 5 %. Всего было установлено содержание в почве и листьях 7 ионов металлов – железа, хрома, никеля, меди, цинка, кадмия, свинца.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В качестве объекта исследований рассмотрены древесные растения селитебной и промышленной зон. В соответствии с инфраструктурными особенностями и

характером озеленения города в селитебной зоне выделены подзоны: рекреационная, пришкольные участки, автодороги второстепенного и главного направления. Рекреационная зона (зона отдыха горожан) охватывает лесопарковую зону г. Владивостока в районе ост. «Варяг». В настоящее время лесопарковая зона находится в запущенном состоянии. Эта территория активно используется жителями близлежащих микрорайонов для неорганизованного отдыха и пикников, а также для выгула собак. Зона пришкольных участков включала территорию лицея ВГМУ, где по расположенной рядом дороге проходило днем 1–2 машины в час, и район центрального корпуса ВГМУ. Зона второстепенных автодорог включала ул. Русскую (в 100 м от перекрестка в сторону моря), проспект 100 лет Владивостоку в 25 м от основной дороги. Зона автодорог главного направления была представлена наиболее насыщенными транспортом магистралями города (пл. Луговая, трамвайное кольцо «Третья Рабочая», Народный проспект (8 м от дороги), кольцо автобусов на остановке «Фабрика «Заря», район автовокзала, остановка «Проспект 100 лет Владивостоку»). Промышленная зона – железнодорожный перегон «Моргородок» – «Третья Рабочая» (10 м от магистрали).

Анализ нагрузок, прямо или косвенно характеризующих интенсивность антропогенно-технического пресса, испытываемого экосистемами, свидетельствует о неоднородности экологической обстановки (табл. 1). При этом можно было предварительно предположить, что наибольшие нагрузки по количеству рекреантов испытывают фитоценозы, расположенные в точках по уровню нарастания загрязненности в очередности 9-3-6-11-1-8-12-7-2-10-5-4.

Таблица 1

**Распределение интенсивности транспорта и площади листьев**

Объект исследований	Интенсивность движения транспорта, ед/ч (n=4)	Распределение площади листьев, см <sup>2</sup>
Ост. «Третья Рабочая»	500	5,12–20,16 (11,32)±3,42
Пл. Луговая	1000	6,19–31,59 (16,35)±4,67
Мединститут	25–30	3,6–25,56 (11,02)±4,18
Ост. «Просп. 100 лет Владивостоку»	1700	4,48–24,82 (11,99)±3,38
Ост. «Ф-ка «Заря»	1500	4,8–26,64 (12,9)±2,99
Ост. «Варяг»	50–70	4,65–31,82 (17,14)±5,94
Автовокзал	820	3,63–21,6 (11,04)±2,33
Ул. Русская	800	5,12–22,68 (13,25)±3,57
Лицей ВГМУ	1–2	11,0–49,5 (21,0)±5,80
Народный проспект	1300	3,42–17,41 (8,69)±2,39
Просп. 100 лет Владивостоку	110	3,42–17,4 (10,87)±2,93
Ж/д перегон «Мор. городок – Третья Рабочая»	800	3,92–17,41 (9,43)±3,1

Следует указать, что, исходя из последующих наблюдений, очередность начала листопада и сроки опадания более половины листвы у этих деревьев наступили почти в зеркальной последовательности, хотя это могло быть связано еще и с особенностями микроклимата. Все же совсем сбрасывать со счетов то, что твердые отходы у деревьев накапливаются именно в листьях, и они от них избавляются, сбрасывая листву, мы бы не стали. Собственно, такие изменения величин листьев становятся понятными, исходя из знания физиологии растений. При накоплении в листьях определенного количества солей тяжелых металлов происходит разрушение хлорофилла. Лист меняет окраску, в районе черешка формируется отделительный слой клеток, и в конечном итоге лист опадает, освобождая растение от ненужных и вредных для него веществ. При сравнительно чистой среде листопад происходит осенью, если же отходы накапливаются раньше, листья могут опсть и в течение вегетационного периода.

Исходя из данных табл. 2 и рис. 1, хорошо прослеживается зависимость между распределением величин условной площади и степенью загрязненности листвы.

Таблица 2

Пошаговое распределение листьев по условной площади, %

Место отбора проб	Условная площадь листа, см <sup>2</sup>						
	1-5,0	5,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30,0	30,1 и выше
Ост. «Третья Рабочая»	-	39,58	45,83	10,42	4,17	-	-
Пл. Луговая	-	9,8	41,18	25,49	13,72	9,8	-
Мединститут	14,63	36,58	34,15	4,88	7,32	2,44	-
Ост. «Просп.100 лет Владивостоку»	1,89	32,07	47,17	13,24	5,66	-	-
Ост. «Фабрика «Заря»	1,25	26,25	40	28,75	2,5	1,25	-
Ост. «Варяг»	1,67	16,67	21,67	20	26,67	11,67	3,33
Автовокзал	1,59	36,51	53,97	6,35	1,59	-	-
Ул. Русская	-	27,45	41,18	25,49	5,88	-	-
Лицей ВГМУ	-	-	21,31	19,67	21,31	8,2	9,84
Народный проспект	13,89	55,55	25	5,55	-	-	-
Просп. 100 лет Владивостоку	4,88	39,02	41,46	14,63	-	-	-
Ж/д перегон «Мор. городок» – «Третья Рабочая»	11,63	46,51	25,58	16,28	-	-	-

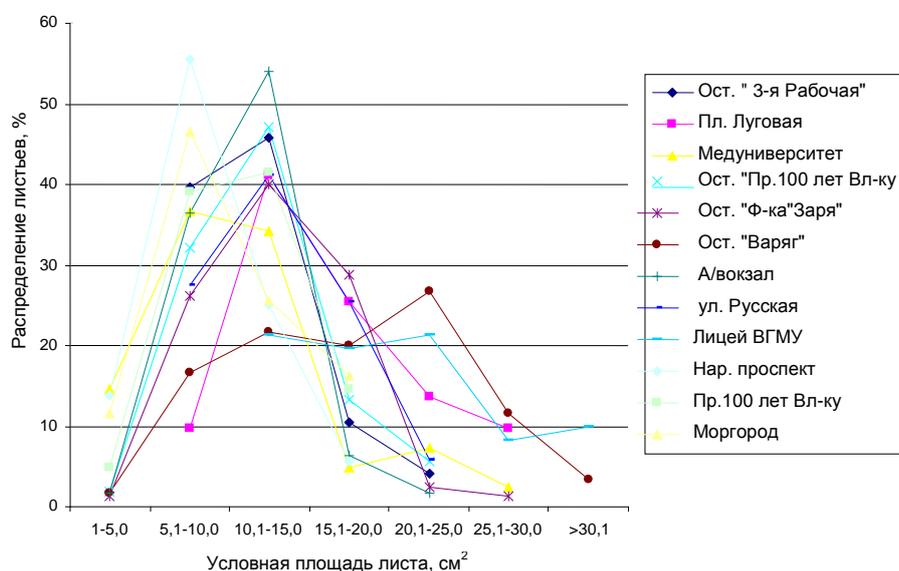


Рис. 1. Кривые распределения условной площади листьев

Там, где окружающая среда сравнительно чистая, получается кривая с большим разбросом крайних точек и со сравнительно небольшими пиками (рис. 2).

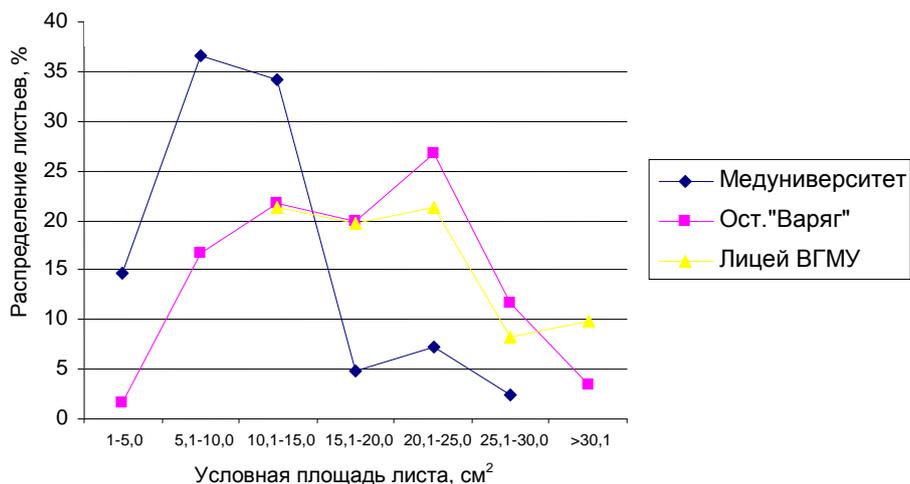


Рис. 2. Кривые распределения условной площади листьев. Чистая среда

Грязная и очень грязная среда (рис. 3–4) приводит к тому, что графики «сужаются», причем, чем выше загрязненность, тем больше листьев укладывается в один интервал (тем выше пик максимальной численности листьев одного размера), и тем меньше будут значения крайних точек этого интервала.

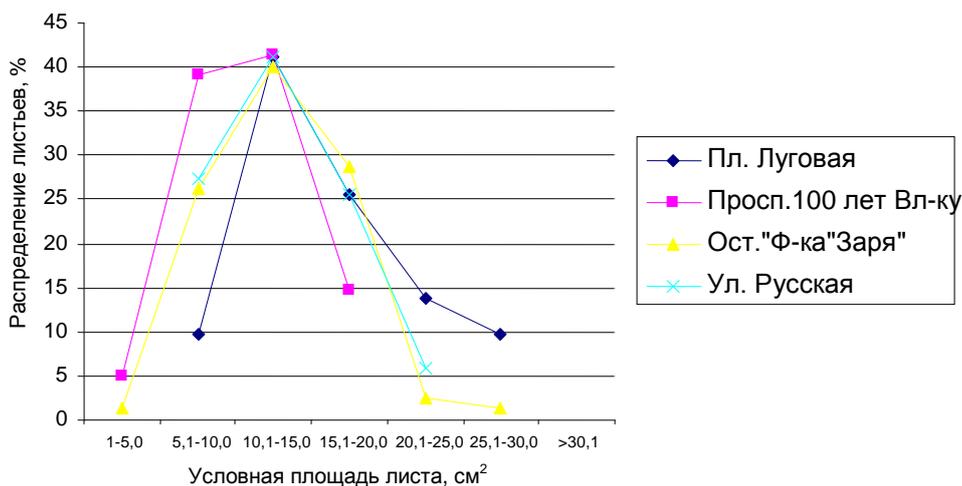


Рис. 3. Кривые распределения условной площади листьев. Среднезагрязненная среда

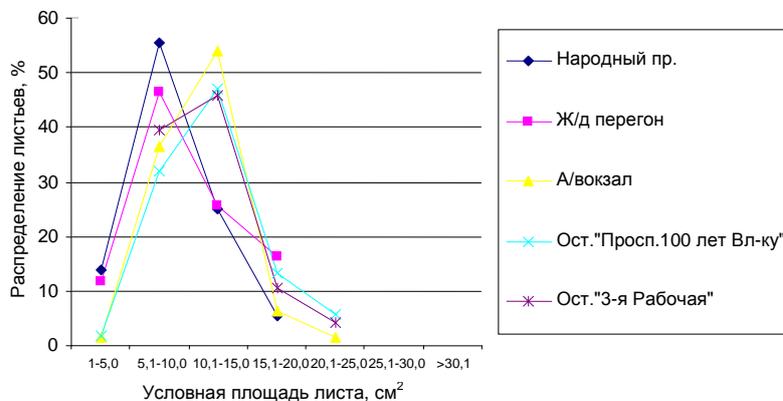


Рис. 4. Кривые распределения условной площади листьев. Грязная среда

Следует указать, что разворачивание листьев, хотя и происходит в массовом порядке весной, но не прекращается полностью и летом. Интенсивность этого процесса летом прямо зависит от количества потерянных листьев. Этим, с одной стороны, можно объяснить большой разброс величин листьев в условиях чистой среды, а с другой – «сужение» графиков и уменьшение площади листьев в условиях загрязнения (в последнем случае постоянно формируются новые листья взамен отпавших, но сильно вырасти они не успевают). Поскольку вещества, поступающие из почвы, распределяются по листьям более или менее равномерно, то чем грязнее среда, тем больше листьев накопит критическое количество отходов одновременно. Соответственно тем больше новых листьев взамен отпавших развернется заново в течение лета. Этим и объясняются пики на графиках распределения величин листьев в условиях с грязной средой.

Исходя из сказанного, анализ распределения величин (условной площади) листьев предполагает, что наиболее чистыми являются пробы, взятые на остановке «Варяг» и возле лицея. По разбросу крайних величин («широте» графиков) и выраженности пиков остальные пробы по нарастанию загрязненности располагаются в порядке 11-8-5-2-1-10-4-7-12. Таким образом, наиболее загрязненной должны считаться пробы № 7 и 12, взятые около автовокзала и недалеко от железной дороги (у железнодорожного перегона «Моргородок» – «Третья Рабочая»), где загрязнение среды «обеспечивается» не только автомобильным, но и железнодорожным транспортом. В то же время разворотное кольцо автобусов на остановке «Варяг», очевидно, самое чистое из-за сравнительно небольшой автотранспортной нагрузки и близости лесопарковой зоны.

*Результаты химического анализа содержания тяжелых металлов.* Полученные нами и другими коллегами [3] данные указывают на значительный техногенный пресс, испытываемый городскими фитоценозами. Наиболее интенсивная аккумуляция отмечена для меди – в 100 раз выше ориентировочно-допустимой концентрации (ОДК), цинка – в 30, свинца – в 6 раз. Уровень содержания металлов в растениях представлен в табл. 3.

Таблица 3

## Результаты химического анализа листьев

Место отбора проб	Содержание металлов в листьях, мг/кг сухого вещества						
	Fe	Cr	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
ОДК*	6000	66	46	3	23	1	6
Ост. «3-я Рабочая»	810	6,0	1,4	42	190	1,6	28
Пл. Луговая	940	7,0	3,5	65	230	1,0	25
Мединститут	980	13	1,9	37	170	1,2	25
Ост. «Просп.100 лет Владивостоку»	50	4,0	2,7	40	150	1,6	4,0
Ост. «Ф-ка «Заря»	1150	7,1	2,1	55	280	1,1	25
Ост. «Варяг»	430	5	2,3	28	110	1,0	9,1
Автовокзал	1230	23	2,2	320	170	1,0	12,7
Ул. Русская	500	3,8	1,7	36	160	1,1	13
Лицей ВГМУ	100	12	0,6	22	44	0,8	2
Народный проспект	540	66	1,0	42	320	1,7	38
Просп. 100 лет Владивостоку	230	0,4	0,9	30	73	1,0	18
Ж/д перегон «Моргородок» – «3-я Рабочая»	280	30	1,2	48	700	1,5	31

\* Ориентировочно-допустимая концентрация [1].

Судя по полученным данным, фитоценозы испытывают наиболее высокий уровень техногенного пресса в порядке 7-12-10-4-5. Особенно интенсивное обогащение металлами установлено для фитоценозов автовокзала и в районе Моргородка, признанных максимально загрязненными по результатам анализа кривых распределений величин листьев. Максимальное накопление металлов идет главным образом за счет цинка, меди и свинца, в несколько меньшей степени – кадмия. Как видно из табл. 3, самыми чистыми участками могут считаться район остановки «Варяг» и лицея ВГМУ, где все показатели содержания металлов если не минимальны, то и не являются наивысшими.

**Заключение.** Зоны, прилегающие к железной дороге, могут считаться наиболее загрязненными в г. Владивостоке. Действительно, пробы, взятые в районе ж/д перегона «Моргородок» – «Третья Рабочая» и автовокзала, были определены как самые грязные практически по результатам всех анализов (химического – содержание тяжелых металлов в листьях, статистического – размеров листьев, визуального – автомобильной нагрузки). Общность двух этих самых загрязненных точек, помимо близости железной дороги, заключается еще и в том, что здесь довольно интенсивно проходит движение транспорта, причем именно дизельного (автобусов или большегрузных автомобилей). По-видимому, именно большегрузный транспорт должен считаться наиболее влияющим на окружающую среду. Близость лесного массива (остановка «Варяг») или наличие сквера (самая чистая проба рядом с лицеем, вдали от автомагистрали) существенно снижают загрязнение.

Так или иначе повышенное содержание металлов в листьях и почве является отражением, прежде всего, интенсивности движения автотранспорта. При этом, если говорить о загрязненности среды металлами вообще, то делать трудоемкий и относительно дорогостоящий химический анализ необязательно. Достаточно построить кривые распределения величин листьев. Там, где окружающая среда сравнительно чистая, получается кривая с большим разбросом крайних точек. Грязная и очень грязная среда приводит к тому, что графики «сужаются», причем, чем выше загрязненность, тем больше листьев укладывается в один интервал (тем выше пик максимальной численности листьев одного размера), и тем меньше будут значения крайних точек этого интервала. Если же интенсивность загрязнения меняется в течение сезона, то на графике будет несколько пиков максимальной численности.

Таким образом, мы можем определить окружающую среду в рекреационной и пришкольной подзоне (пробы № 6 и 9) как чистую, железно- и автодороги главного направления (№ 7, 12 и 10) – как очень грязные, автодороги главного направления (№ 1, 2, 4 и 5) – как загрязненные, пришкольная подзона и автодороги второстепенного назначения (№ 3, 8 и 11) – как загрязняемые периодически. Этому распределению соответствуют не только данные химического анализа, но и графики распределения размеров листьев. Оно прямо отражает интенсивность движения транспорта, являющегося, на наш взгляд, основным источником загрязнения среды в местах отбора проб. Естественно, полученные нами данные являются предварительными. В ходе дальнейших исследований мы планируем увеличить количество отобранных проб и попытаться найти взаимосвязь изменчивости размеров листьев и загрязненности окружающей среды при анализе нескольких видов деревьев.

Исследования показали, что растения можно использовать как тест-объект для мониторинга исследований. Совпадение данных биоиндикации с результатами химического анализа позволяет считать предложенный нами метод вполне достоверным. Выявляя изменения характеристик у растительных объектов, можно говорить о загрязнении среды и прогнозировать степень экологической опасности для человека, а сравнительная простота позволяет рекомендовать его для массового практического использования.

### Литература

1. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л., 1987. – 142 с.
2. *Тальрозе В.Л.* Масс-спектрометр // Физическая энциклопедия. – 1992. – Т. 3. – С. 53–57.
3. *Шихова Н.С.* Экологическое состояние парковых фитоценозов г. Владивосток: опыт комплексной оценки // Вестн. ДВО РАН. – 2010. – № 4. – С. 97–106.



**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ  
(*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) ПО МИКРОСАТЕЛЛИТНЫМ ЛОКУСАМ\***

Авторами статьи впервые исследована и применена на практике методика использования ядерных микросателлитных маркеров в анализе генетической изменчивости и уровня дифференциации лиственницы сибирской.

**Ключевые слова:** лиственница сибирская, микросателлитные локусы, генетическое разнообразие и дифференциация, сохранение генофонда.

N.V. Oreshkova, M.M. Belokon

**GENETIC DIFFERENTIATION IN SIBERIAN LARCH (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) POPULATIONS  
BY MICROSATELLITE LOCI**

The technique of the nuclear microsatellite marker use in the analysis of genetic variability and differentiation level of the Siberian larch is researched and put into practice by the authors of the article for the first time.

**Key words:** Siberian larch, microsatellite loci, genetic diversity and differentiation, gene pool conservation.

**Введение.** Виды рода *Larix* Mill. являются важнейшими компонентами бореальных лесов северного полушария. Один из наиболее распространенных представителей этого рода – лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.). Основные ее массивы приурочены к континентальным районам Южной Сибири, юго-западной окраине Средне-Сибирского плоскогорья и лесотундры Западной Сибири, а также к северной части Монголии [Ирошников, 2004].

Ранее проблемы генетического разнообразия и дифференциации вида решались лишь с помощью изоферментных маркеров [Аллозимный полиморфизм..., 1989; Семериков, Матвеев, 1995; Semerikov, 1999; Ларионова, Яхнева (Орешкова), Кузьмина, 2003; Орешкова, Ларионова, 2006, 2007; Орешкова, 2010; Орешкова, Барченков, 2010; Биоразнообразие лиственниц..., 2010 и др.]. Однако для адекватной количественной оценки генетического разнообразия этих данных не хватает, поскольку из-за специфики данного класса маркеров ускользает основная часть генома, а полученные показатели генетической изменчивости существенно занижены [Сулимова, 2004].

В последние годы для исследований генетического полиморфизма хвойных начали активно использовать представителей нового поколения ДНК-маркеров – микросателлиты (варьирующие участки ДНК, состоящие из повторяющихся фрагментов длиной от 1 до 6 пар оснований), которые обладают высоким уровнем полиморфизма, большой частотой встречаются в геноме и достаточно равномерным распределением по длине генома.

**Цель исследований.** Используя ядерные молекулярные маркеры нового поколения, получить качественно новую информацию генетической изменчивости и уровня дифференциации лиственницы сибирской.

**Объекты и методы исследований.** В качестве объектов исследований взяты выборки из шести популяций лиственницы сибирской, произрастающие на территории Таймырского муниципального района Красноярского края и в Республиках Алтай и Тывы. Названия популяций и их местоположение представлены в табл. 1.

\* Работа выполнена в рамках проектов РФФИ (№ 10-04-00786-а; № 11-04-00478-а; №11-04-92112-ЯФ\_а) Интеграционного проекта СО РАН № 76 и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (направление 1.1, Госконтракты 02.740.11.0281, 14.740.11.0164, 14.740.12.0826).

Географическое расположение и характеристика исследованных популяций лиственницы сибирской

Популяция	Численность	Район расположения	Географические координаты	Высота над у.м., м
<i>Республика Алтай</i>				
Черга	32	Шебалинский район Республики Алтай, окр. с. Черга	51°29'с.ш. 85°32'в.д.	600–650
Перевал	33	Шебалинский район Республики Алтай, окр. автодор. на Кукуйском перевале	51°27'с.ш. 85°15'в.д.	930-1200
<i>Республика Тыва</i>				
Улар-1	30	Эрзинский район Республики Тыва, на север 32 км от с. Эрзин	50°27'с.ш. 95°30'в.д.	1873
Улар-2	30	Эрзинский район Республики Тыва, в 16–19 км севернее п. Морен	50°31'с.ш. 95°27'в.д.	2181
<i>Таймырский район Красноярского края</i>				
Боганидское	30	Таймырский район Красноярского края, 26 км от г. Дудинка	69°20'с.ш. 86°52'в.д.	53
Талнах	30	Таймырский район Красноярского края, окр. п. Талнах	69°28'с.ш. 88°30'в.д.	70

Для выделения ДНК использовали хвою. Выделения проводили по стандартному протоколу для растительных тканей с применением цетилтриметиламмонийбромида (СТАВ).

Полное отсутствие экспериментальных данных по изменчивости ядерных микросателлитных локусов у лиственницы сибирской явилось основной трудностью при подборе праймеров. Последовательности использованных в работе праймеров были взяты из литературных данных, где они использовались для анализа других видов рода *Larix*: лиственницы японской (*L. kaempferi* Sarg.) – группа bcLK [Isoda, Watanabe, 2006], лиственниц альпийской (*L. lyallii* Parl.) и западной (*L. occidentalis* Nutt.) группы UAKLY [Isolation, characterization..., 2000; Contrasting microsatellite variation..., 2006] и UBCLX [Development and characterization of microsatellite, 2009]. Для проведения ПЦР использовали готовые реакционные смеси производства ООО «Лаборатория Изоген».

Характеристики микросателлитных локусов и условия ПЦР-амплификации приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика микросателлитных локусов, отобранных для анализа генетической изменчивости лиственницы сибирской

Локус	Мотив	t°C отжига	Число аллелей	Размер фрагмента	Источник литературы
<i>bcLK056</i>	(AG) <sub>20</sub>	Touchdown 63–53°C	21	142–196	Isoda, Watanabe, 2006
<i>bcLK066</i>	(TG) <sub>12</sub>		8	143–157	
<i>bcLK189</i>	(AG) <sub>17</sub> AT(AG) <sub>6</sub>		23	158–202	
<i>bcLK224</i>	(AG) <sub>17</sub>		8	128–148	
<i>bcLK225</i>	(GA) <sub>20</sub>		28	160–224	
<i>bcLK232</i>	(AG) <sub>19</sub>		8	133–149	
<i>bcLK260</i>	(TG) <sub>14</sub> (AG) <sub>9</sub>		9	94–110	
<i>bcLK235</i>	(TC) <sub>9</sub> (AC) <sub>2</sub> AG(AC) <sub>14</sub>		21	172–220	
<i>UBCLXtet_1-22</i>	(TATC) <sub>9</sub> (TA) <sub>12</sub>	58°C	6	176–186	Chen et al., 2009
<i>UAKLly6</i>	(GT) <sub>17</sub>		23	214–262	Khasa et al., 2000, 2006

Продукты амплификации разделяли путем электрофореза в 6 %-м полиакриламидном геле с использованием Трис-EDTA-боратного электродного буфера. Гели окрашивали в растворе бромистого этидия и визуализировали с помощью системы гель-документации «Kodak». Молекулярный вес фрагментов определяли путем сопоставления со стандартными маркерами в программе Photo-Capt. Обработку полученных данных производили в программе GenAIEx 6.2 [Peakall, Smouse, 2006]. Для анализа связи между географическими и генетическими расстояниями использовали тест Мантела [Mantel, 1967].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Из 10 проанализированных ядерных микросателлитных локусов у лиственницы сибирской все оказались полиморфными. Причем наиболее высокополиморфными оказались локусы *bcLK056*, *bcLK189*, *bcLK225*, *bcLK235* и *UAKLly6*, у которых наблюдалось от 21 до 28 аллелей. У остальных локусов (*bcLK066*, *bcLK224*, *bcLK232*, *bcLK260*, *UBCLXtet\_1-22*) выявленный полиморфизм был сравнительно ниже. У них обнаружено от 6 до 9 аллельных варианта (табл. 2). В исследовании, включившем 185 проанализированных особей, по перечисленным локусам нуль-аллели выявлены не были. Всего при анализе шести популяций лиственницы сибирской было выявлено 155 аллельных варианта, из них около 22 % оказались уникальными, встречающиеся только в какой-либо одной из популяций.

При анализе показателей генетической изменчивости исследованных популяций лиственницы (табл. 3) выявили, что популяции из Республики Тыва в среднем характеризовались наиболее высоким аллельным разнообразием и уровнем наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности ( $N_a=9,6$ ;  $H_o=0,488\pm 0,046$ ;  $H_e=0,673\pm 0,054$ ) по сравнению с алтайскими ( $N_a=9,0$ ;  $H_o=0,409\pm 0,054$ ;  $H_e=0,655\pm 0,062$ ) и таймырскими ( $N_a=7,8$ ;  $H_o=0,478\pm 0,035$ ;  $H_e=0,628\pm 0,041$ ).

Таблица 3

**Показатели генетической изменчивости лиственницы сибирской, рассчитанные по результатам микросателлитного анализа**

Популяции	N	$N_a$	$N_e$	$H_o$	$H_e$	F
<i>Черга</i>	32	9,2	5,310	0,416±0,073	0,663±0,088	0,347
<i>Перевал</i>	33	8,8	4,938	0,401±0,083	0,646±0,091	0,342
<i>В среднем для района</i>		9,0	5,124	0,409±0,054	0,655±0,062	0,344
<i>Улар-1</i>	30	9,6	4,788	0,510±0,058	0,695±0,061	0,261
<i>Улар-2</i>	30	9,6	5,341	0,467±0,074	0,651±0,093	0,239
<i>В среднем для района</i>		9,6	5,064	0,488±0,046	0,673±0,054	0,250
<i>Боганидское</i>	30	7,7	3,777	0,493±0,066	0,618±0,068	0,209
<i>Талнах</i>	30	7,9	3,459	0,463±0,051	0,639±0,052	0,262
<i>В среднем для района</i>		7,8	3,618	0,478±0,035	0,628±0,041	0,236
<i>В среднем для изученных популяций</i>		8,8 ±0,599	4,602 ±0,393	0,458 ±0,026	0,652 ±0,030	0,277 ±0,026

*Примечание:*  $N_a$  – среднее число аллелей на локус;  $N_e$  – эффективное число аллелей на локус;  $H_o$  – наблюдаемая гетерозиготность;  $H_e$  – ожидаемая гетерозиготность; F – индекс фиксации.

Установленные значения основных показателей генетического полиморфизма свидетельствуют о достаточно высоком уровне генетического разнообразия лиственницы сибирской в исследованных регионах (табл. 3) и находятся в пределах значений аналогичных показателей, рассчитанных для лиственниц японской, альпийской и западной [Contrasting microsatellite variation..., 2006; Isoda, Watanabe, 2006; Development and characterization..., 2009].

Сопоставление наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности показало, что во всех популяциях наблюдался дефицит гетерозиготных генотипов по большинству изученных микросателлитных локусов. Наиболее высокие значения индекса фиксации Райта (F) (табл. 3) были выявлены у популяций из Республики Алтай (F=0,344), а наименьшие у популяций из Таймыра (F=0,236). Это, по-видимому, можно объяснить большой фрагментированностью и низкой численностью популяций, а также самоопылением, приводящим к высокой степени инбридинга.

Исследование популяционной структуры с помощью F-статистик Райта [Wright, 1965; Guries, Ledig, 1982] показало, что каждое дерево в изученных популяциях лиственницы сибирской обнаруживает в среднем 29 %-й дефицит гетерозиготных генотипов ( $F_{IS}=0,293$ ) относительно популяции и почти 36 % дефицит гетерозигот ( $F_{IT}=0,358$ ) относительно вида (табл. 4).

Таблица 4

**Значения показателей F-статистик Райта**

Локус	$F_{IS}$	$F_{IT}$	$F_{ST}$
<i>bcLK232</i>	0,372	0,408	0,058
<i>bcLK056</i>	0,240	0,303	0,083
<i>bcLK224</i>	0,405	0,424	0,033
<i>bcLK225</i>	0,324	0,370	0,068
<i>bcLK066</i>	0,150	0,183	0,039
<i>bcLK189</i>	0,378	0,401	0,037
<i>bcLK260</i>	0,311	0,395	0,122
<i>bcLK235</i>	0,187	0,237	0,061
<i>UBCLXtet_1-22</i>	0,257	0,487	0,310
<i>UAKLly6</i>	0,304	0,371	0,097
Среднее	0,293±0,026	0,358±0,029	0,091±0,026

Чуть более 9 % всей наблюдаемой изменчивости приходится на межпопуляционную ( $F_{ST}=0,091$ ). Внутри популяций сосредоточено 90,9 % всего генетического разнообразия. Максимально популяции дифференцированы по локусам *UBCLXtet\_1-22*, *bcLK260*, *UAKLly6* и *bcLK056*.

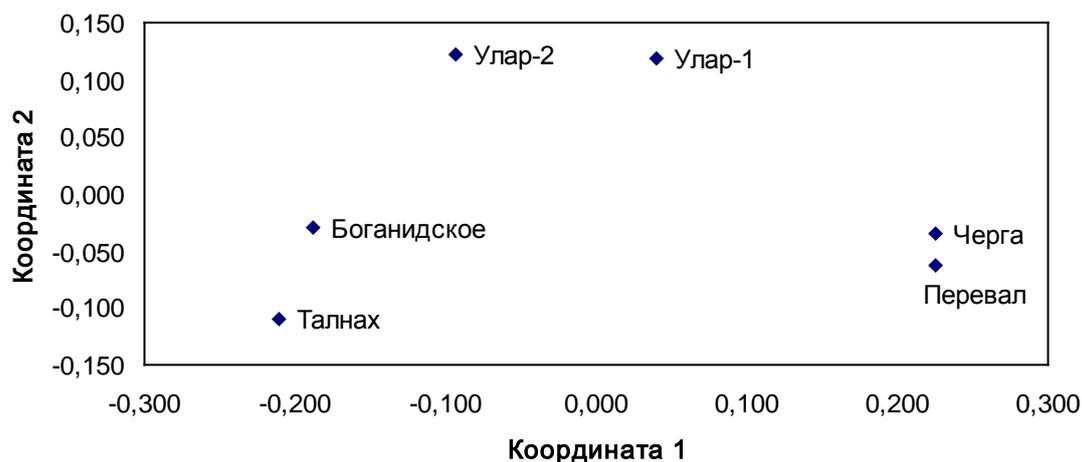
На основании частот аллелей выявленных ядерных микросателлитных локусов проанализирована межпопуляционная дифференциация исследованных популяций лиственницы сибирской. В табл. 5 приведены показатели стандартных генетических расстояний М. Нея [Nei, 1972]. Генетическое расстояние D между популяциями колеблется от 0,067 до 0,469, составляя в среднем 0,254. Значения D слабо коррелировали с географическими расстояниями согласно тесту Мантелла ( $r=0,552$ ,  $P=0,07$ ).

Таблица 5

**Генетические расстояния D между изученными популяциями лиственницы сибирской**

Черга	Перевал	Улар-1	Улар-2	Боганидское	
0,072	***				Перевал
0,189	0,184	***			Улар-1
0,311	0,336	0,115	***		Улар-2
0,414	0,422	0,201	0,124	***	Боганидское
0,469	0,454	0,280	0,176	0,067	Талнах

Генетическая дифференциация исследованных популяций соответствует их географической удаленности друг от друга. Наименьшие генетические отличия установлены внутри каждого района исследований: между популяциями из Таймырского района ( $F_{ST}=0,019$ ;  $D=0,067$ ), Республик Алтай ( $F_{ST}=0,016$ ;  $D=0,072$ ) и Тыва ( $F_{ST}=0,028$ ;  $D=0,115$ ). Наибольшая дифференциация выявлена между популяциями из разных районов: таймырские и алтайские выборки ( $F_{ST}=0,095$ ;  $D=0,439$ ), таймырские и тувинские ( $F_{ST}=0,043$ ;  $D=0,195$ ), а также алтайские и тувинские ( $F_{ST}=0,058$ ;  $D=0,255$ ). Анализ генетических дистанций с помощью многомерного шкалирования (РСА) хорошо иллюстрирует это (рис.).



Проекция изученных популяций лиственницы сибирской на плоскости двух координат по данным PCA-анализа (компьютерная программа GenAlEx V.6.2) матрицы генетических расстояний М. Нея

Таким образом, анализ генетических расстояний между популяциями показал отсутствие тесной взаимосвязи между географическим положением выборок и степенью их генетической дифференциации. Это объясняется тем, что лиственница сибирская произрастает в различных географических зонах с разнообразными экологическими условиями, образуя большое количество разновидностей, экотипов и климатипов. Влияние же экологических факторов перекрывает показатели генетической дифференциации. Подобные выводы были сделаны и по результатам изоферментного анализа [Орешкова, 2010; Орешкова, Барченков, 2010].

**Заключение.** В результате проведенных исследований с использованием десяти ядерных микросателлитных локусов нами впервые были получены оценки уровня генетического разнообразия и дифференциации лиственницы сибирской из разных районов ее распространения по данным маркерам. Представленные данные являются лишь начальным этапом огромной работы по изучению генетического разнообразия не только вида, но и рода в целом, выявления диагностических локусов, маркирующих выборки, выделения генетических резерватов, изучения межвидовой гибридизации лиственниц.

*Благодарности.* Авторы выражают огромную благодарность научному сотруднику лаборатории техногенных лесных экосистем ИЛ СО РАН, канд. биол. наук Д.Н. Орешкову за предоставленный материал из Республики Тыва и Таймырского района Красноярского края.

### Литература

1. Биоразнообразие лиственниц Азиатской России / А.П. Абаимов, И.Ю. Адрианова, Е.В. Артюкова [и др.]. – Новосибирск: ГЕО, 2010. – 160 с.
2. Ирошников А.И. Лиственницы России. Биоразнообразие и селекция. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 182 с.
3. Ларионова А.Я., Яхнева Н.В. (Орешкова), Кузьмина Н.А. Генетическая изменчивость лиственницы сибирской в Нижнем Приангарье // Лесоведение. – 2003. – № 4. – С. 17–22.
4. Орешкова Н.В., Ларионова А.Я. Аллозимный полиморфизм лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) // Лесные экосистемы Северо-Восточной Азии и их динамика: мат-лы междунар. конф. – Владивосток, 2006. – С. 220–223.
5. Орешкова Н.В., Ларионова А.Я. Генетическое разнообразие лиственницы сибирской в Ужурской лесостепи (Красноярский край) // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. – 2007. – № 3. – С. 50–55.
6. Орешкова Н.В. Генетическая дифференциация лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) в Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – № 1–2. – С. 147–153.
7. Орешкова Н.В., Барченков А.П. Генетические особенности и морфологическая изменчивость лиственницы сибирской в Алтае-Саянской горной области // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – № 10. – С. 59–64.
8. Семериков В.Л., Матвеев А.В. Изучение генетической изменчивости лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.) по изоферментным локусам // Генетика. – 1995. – Т. 31. – № 8. – С. 1107–1113.
9. Сулимова Г.Е. ДНК-маркеры в генетических исследованиях: типы маркеров, их свойства и области применения // Успехи современной биологии. – 2004. – Т. 124. – № 3. – С. 260–271.

10. Аллозимный полиморфизм лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) / А.В. Шурхал, А.В. Подогас, В.Л. Семериков [и др.] // Генетика. – 1989. – Т. 25. – № 10. – С. 1899–1901.
11. Development and characterization of microsatellite loci in western larch (*Larix occidentalis* Nutt.) / C. Chen, C. Liewlaksaneeyanawin, T. Funda [at el.] // Molecular Ecology Resources. – 2009. – Vol. 9. – P. 843–845.
12. A genetic linkage map for *Pinus radiata* based on RFLP, RAPD, and microsatellite markers / M.E. Devey, J.C. Bell, D.N. Smith [at el.] // Theor. Appl. Genet. – 1996. – Vol. 92. – № 6. – P. 673–679.
13. Guries R.P., Ledig F.T. Gene diversity and population structure in pitch pine (*Pinus rigida* Mill.) // Evolution. – 1982. – Vol. 36. – P. 387–402.
14. Isoda K., Watanabe A. Isolation and characterization of microsatellite loci from *Larix kaempferi* // Molecular Ecology. – 2006. – Vol. 6. – P. 664–666.
15. Isolation, characterization, and inheritance of microsatellite loci in alpine larch and western larch / D.P. Khasa, C.H. Newton, M.H. Rahman [at el.] // Genome. – 2000. – № 43 (3). – P. 439–448.
16. Contrasting microsatellite variation between subalpine and western larch, two closely related species with different distribution patterns / D.P. Khasa, J.P. Jaramillo-Correa, B. Jaquish [at el.] // Molecular Ecology. – 2006. – Vol. 15. – P. 3907–3918.
17. Mantel N. The detection of disease clustering and a generalized regression approach // Cancer Research. – 1967. – № 27. – P. 209–220.
18. Nei M. Genetic distance between populations // Amer. Natur. – 1972. – Vol. 106. – P. 283–291.
19. Peakall R., Smouse P.E. GenA1Ex V6: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Molecular Ecology Notes. – 2006. – Vol. 6. – № 1. – P. 288–295.
20. Semerikov V.L., Semerikov L.F., Lascoux M. Intra- and interspecific allozyme variability in Eurasian *Larix* Mill. species // Heredity. – 1999. – Vol. 82. – P. 193–204.
21. Wright S. The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating // Evolution. – 1965. – Vol. 19. – P. 355–420.



УДК 630.907.1

Е.М. Рунова, В.А. Савченкова, О.И. Гринько

### ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ПЕРИОД СМЫКАНИЯ КРОН

*В статье рассмотрена зависимость, показывающая динамику численности молодняка на вырубках разного возраста, выживаемость молодняков основных лесобразующих древесных пород в зависимости от возраста. Построены модели, позволяющие ее прогнозировать.*

**Ключевые слова:** *молодняк лесобразующих древесных пород, сомкнутость кроны, тип вырубок.*

Е.М. Runova, V.A. Savchenkova, O.I. Grinko

### PECULIARITIES OF THE BASIC FOREST FORMING TREE SPECIES CONDITION IN THE CROWN CLOSURE PERIOD

*The dependence which shows the young growth number dynamics on the cuttings of different age, young growth survival rate of the basic forest forming tree species, depending on age is considered in the article. The models which allow to forecast it are constructed.*

**Key words:** *young growth of the forest forming tree species, crown closure, type of cuttings.*

---

**Введение.** Наиболее экономичным способом, позволяющим полнее использовать производительные силы природы, предотвратить нежелательную смену древесных пород и ускорить процесс выращивания леса на территории Приангарья, является содействие естественному возобновлению леса путем сохранения в процессе рубки леса подроста и молодняка (тонкомера). Но полностью избежать трудоемкого процесса

создания лесных культур невозможно, в частности, при формировании вейниковых, разнотравно-вейниковых, кипрейно-разнотравных типов вырубок.

**Цель исследований.** Изучение периода смыкания крон хозяйственно ценных древесных пород и закономерностей развития этих процессов; разработка мероприятия, способствующих ускорению процесса восстановления древесных ресурсов.

**Объекты исследований.** Типы леса и типы вырубок на территории Приангарья.

**Предмет исследований.** Разновозрастные вырубки, спелые насаждения до и после рубки леса, естественное возобновление под пологом леса и на вырубках.

Натурные экспериментальные данные на постоянных и временных пробных площадях позволили выявить зависимость степени смыкания крон от количества молодняка и ее взаимосвязь с проективным покрытием живого напочвенного покрова. Замеры проводились на постоянных и временных пробных площадях в молодняках в возрасте 5 лет с проведенными мерами содействия естественному возобновлению леса, в возрасте 7 лет – созданными лесными культурами. Возраст выбран в соответствии с действующими требованиями по проведению лесовосстановительных мероприятий.

**Результаты исследований и их обсуждение.** На рисунке 1 представлено соотношение количества молодняка и степени сомкнутости крон.

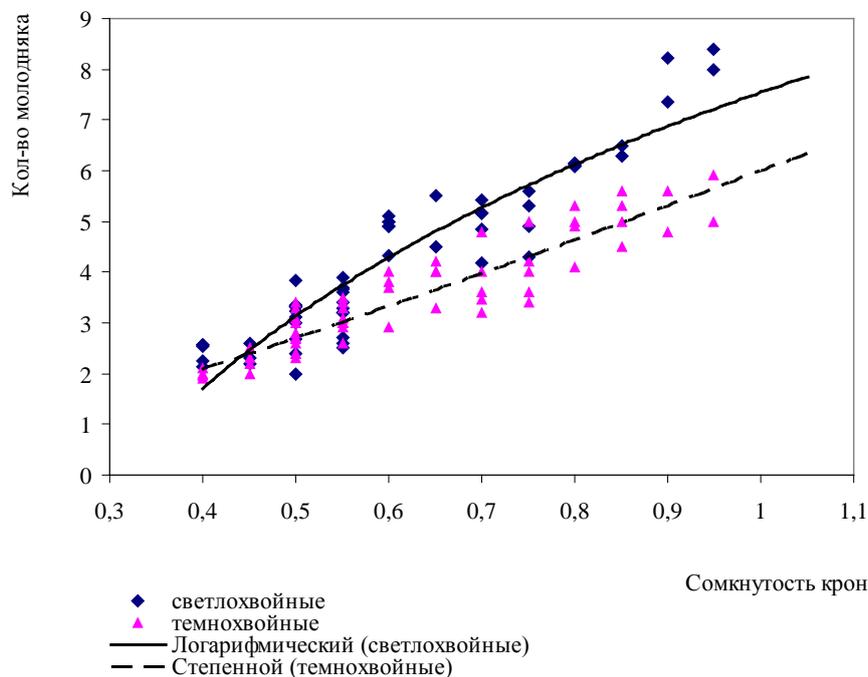


Рис. 1. Прогнозируемые значения сомкнутости крон молодняка и его количества

На рисунке 1 можно видеть, что с увеличением количества молодняка на 1 га увеличивается и сомкнутость крон. На нем представлен прогноз количества молодняка, необходимого для обеспечения сомкнутости крон равной 1,0. По результатам исследований установлена зависимость между количеством молодняка  $N$  и сомкнутостью крон  $\lambda$  ( $r=0,91-0,95$ ), которую можно представить в виде уравнения:

$$\text{ - для светлых пород } (R^2=0,8633) \quad N = 6,3713 \cdot \ln(\lambda) + 7,5453, \quad (1)$$

$$\text{ - для темных пород } (R^2=0,855) \quad y = 5,9932 \cdot x^{1,151}. \quad (2)$$

Необходимо отметить, что процесс лесовосстановления разных древесных пород при одинаковой степени сомкнутости крон имеет значительное отличие. В связи с тем, что процесс лесовосстановления включает в себя и восстановление живого напочвенного покрова, наиболее показательным критерием лесовосстановительного процесса на данном этапе автором определена степень проективного покрытия луговой травянистой растительности (рис. 2). Под сомкнувшимся пологом молодняков живой напочвенный покров

почти отсутствует: представители лесной травянистой растительности встречаются единично или их проективное покрытие составляет до 7–10 % от общей площади сомкнувшихся молодняков. Поверхность почвы покрыта плотным слоем хвойной лесной подстилки или луговой травянистой растительностью (проективное покрытие до 80 %).

Особенность живого напочвенного покрова зависит от того, какие древесные породы образуют молодняк. Для темнохвойных молодняков характерно произрастание зеленых мхов при сомкнутости крон не менее 0,6. Светлолюбивая луговая травянистая растительность не выдерживает затенение, образованное плотной кроной пихты и ели. Полог, образованный ветвями светлохвойных молодняков, более разреженный, пропускает больше солнечного света. Нижние ветви отсутствуют. В связи с этим при сомкнутости крон 0,7–0,8 наблюдается присутствие представителей луговой травянистой растительности. Полог, образованный лиственными породами, даже при сомкнутости крон 1,0 ажурный, пропускающий много солнечного света. Проективное покрытие луговой травянистой растительности может достигать 70 %. На рисунке 2 представлена зависимость проективного покрытия луговой травянистой растительности от степени сомкнутости крон молодняков в возрасте 7 лет. На нем можно видеть, что проективное покрытие луговой травянистой растительности под сомкнувшимся пологом лиственных молодняков выше, чем под пологом хвойных. С момента смыкания крон молодняк переходит в состояние густого труднопроходимого молодого леса. В молодняке в возрасте 17–20 лет начинается дифференциация деревьев по размерам кроны и ствола, а также отпад отстающих в развитии. У хвойных семенных хозяйственно ценных древостоев период молодняка завершается к 30–40 годам. В высокополнотных молодняках (полнота 0,9–1,0) создаются условия для развития условий произрастания лесной травянистой и древесно-кустарниковой растительности. У лиственных древостоев период молодняка завершается к 15–20 годам.

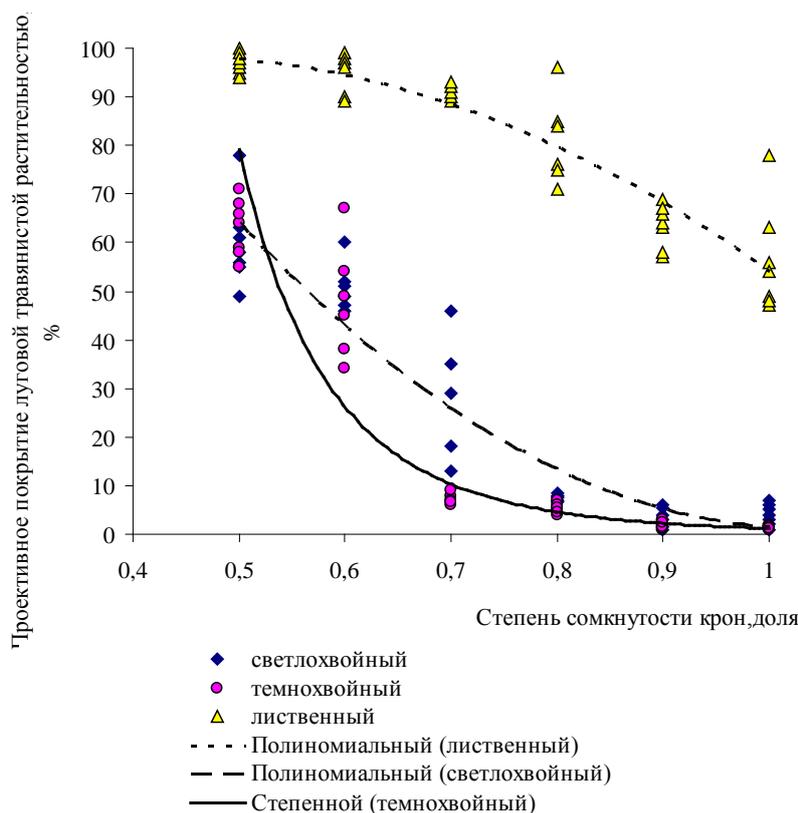


Рис. 2. Зависимость проективного покрытия луговой травянистой растительности от степени сомкнутости крон

Количество древесной растительности никогда не остается постоянным, а колеблется около некоторого среднего значения. На рисунке 3 представлена динамика количества молодняка. В первый год после сплошной рубки леса на вырубках наблюдается удовлетворительное возобновление хозяйственно ценных

древесных пород, состоящее из сохраненного при рубке леса подроста и самосева. Но со второго года выявлены следующие изменения:

- в период со 2-го по 9-й год после сплошной рубки леса наблюдается значительное снижение количества самосева на вейниковой группе типов вырубок (с 4,0–5,0 до 1,0–1,5 тыс. шт/га), затем до 20-летнего возраста вырубки увеличение количества молодняка до 3,0–5,0 тыс. шт/га;

- на разнотравной – в период со 2-го по 7-й год (с 4,0–5,0 до 2,0–3,0 тыс. шт/га), затем до 20-летнего возраста вырубки увеличивается до 4,0–6,0 тыс. шт/га;

- на зеленомошной группе типов вырубок в период со 2-го по 5-й год наблюдается снижение количества самосева с 6,0–8,0 до 5,0 тыс. шт/га, в период до 15-летнего возраста вырубки увеличение до 8,0 тыс. шт/га;

- на лишайниково-толокнянковой снижение количества подроста и самосева не установлено до 15–17-летнего возраста вырубок.

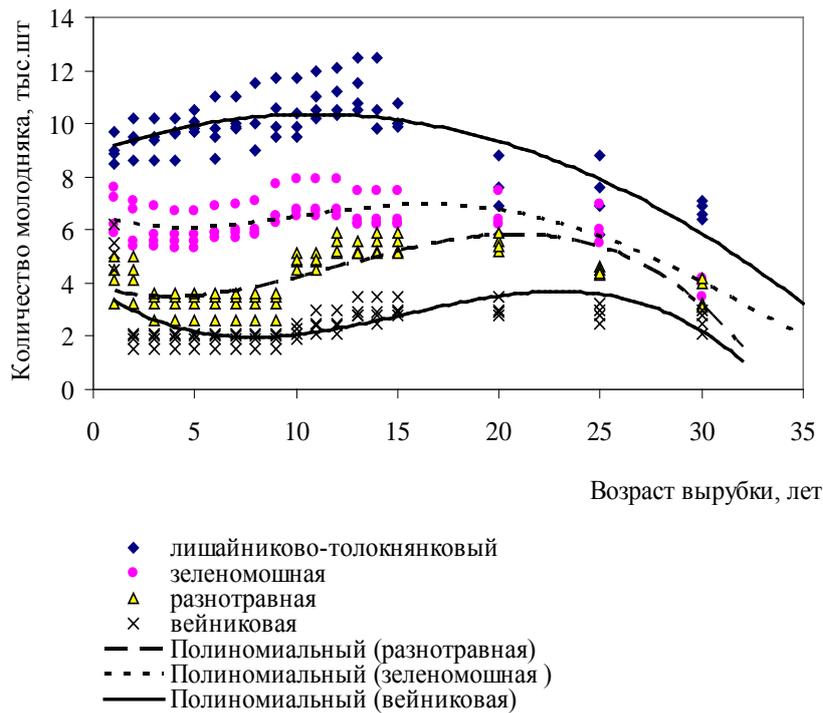


Рис. 3. Динамика количества молодняка

Используя данные проведенных исследований, получены модели следующего вида, позволяющие прогнозировать количество молодняка в зависимости от возраста и типа вырубки:

- для вейниковой группы типов вырубок:

$$N = -0,001 \cdot A^3 + 0,0465 \cdot A^2 - 0,5449 \cdot A + 3,8616, \quad (3)$$

где N – количество подроста и самосева, тыс. шт/га; A – возраст вырубки, лет;

- для разнотравной группы типов вырубок:

$$N = -0,0009 \cdot A^3 + 0,0346 \cdot A^2 - 0,221 \cdot A + 3,9022; \quad (4)$$

- для зеленомошной группы типов вырубок:

$$N = 2E-05 \cdot A^4 - 0,002 \cdot A^3 + 0,0447 \cdot A^2 - 0,2864 \cdot A + 6,6457; \quad (5)$$

- для лишайниково-толокнянковой группы типов вырубок:

$$N = -0,0122 \cdot A^2 + 0,2653 \cdot A + 8,9117 . \quad (6)$$

Оценку качественного состояния молодняков целесообразно проводить не только до перевода их в покрытые лесом земли, но и в любом возрасте с учетом объективно изменяемых показателей. Определяющим фактором, изменяющим условия роста и в конечном итоге влияющим на интенсивность роста и развития насаждений, является не только густота молодняка, но и равномерность размещения растений по площади. Равномерность размещения растений по площади или густоте стояния молодняка в любом возрасте характеризует индекс равномерности размещения ( $i_r$ ), который определяется как частное от деления (расстояния между деревьями по ширине вырубki на расстояние между деревьями по ее длине) ширины междурядий на шаг посадки в ряду. Наиболее благоприятные условия роста молодняка наблюдаются при равномерном размещении деревьев, что соответствует  $i_r=1,0$ . С учетом этого и других показателей для оценки качественного состояния молодняков хозяйственно ценных пород можно использовать следующую формулу [1]:

$$k_k = \frac{h_\phi}{h_э} + \frac{d_\phi}{d_э} + \frac{N_\phi}{N_э} + \frac{i_{рф}}{i_{рэ}} + \frac{h_\phi}{N_m \cdot h_m} , \quad (7)$$

где  $k_k$  – критерий качественного состояния молодняка;  $h_\phi$  – средняя высота молодняка хозяйственно ценных пород фактическая, м;  $h_э$  – средняя высота молодняка хозяйственно ценных пород эталонная, м;  $d_\phi$  – средний диаметр молодняка хозяйственно ценных пород фактический, см;  $d_э$  – средний диаметр молодняка хозяйственно ценных пород эталонный, см;  $N_\phi$  – количество молодняка хозяйственно ценных пород фактическое, тыс. шт/га;  $N_э$  – количество молодняка хозяйственно ценных пород эталонное, тыс. шт/га;  $i_{рф}$  – индекс равномерности размещения молодняка хозяйственно ценных пород, равный 1,0;  $i_{рэ}$  – индекс равномерности размещения молодняка хозяйственно ценных пород фактический;  $N_m$  – количество молодняка мягколиственных пород фактическое, тыс. шт/га;  $h_m$  – средняя высота молодняка мягколиственных пород фактическая, м.

Каждое из частных в приведенной формуле при оптимальных условиях должно давать единицу, а в совокупности критерий  $k_k$  равняться 5,0. Поскольку высота и диаметр взаимосвязаны и имеют тесную корреляционную связь ( $r=0,89$ ), то при оценке лесных культур можно пользоваться одним из этих показателей

(высотой), принимая другой результат, равным этому показателю. Отношение  $\frac{N_\phi}{N_э}$  характеризует совокупность молодняка как отношение густоты стояния деревьев к эталонному числу стволов на 1 га. Превышение этого отношения, т.е. когда  $\frac{N_\phi}{N_э} > 1,0$ , должно характеризоваться как отрицательное явление, а разница превышения к нормальному состоянию должна вычитаться.

Большое влияние на рост молодняка хозяйственно ценных пород оказывает появляющееся естественное возобновление из мягколиственных пород, поэтому отношение высот молодняка хозяйственно ценных и мягколиственных пород является показателем, который характеризует состояние формирующегося насаждения. Если это отношение будет больше единицы, то все равно отношение принимается за единицу. При показателе меньше единицы на эту величину снижается и критерий качества.

Оценка молодняка производится по следующим величинам параметра критерия качества:  $k_k > 4$  – молодняки отличного качества;  $k_k = 3-4$  – молодняки хорошего качества;  $k_k = 2-3$  – молодняки удовлетворительного качества;  $k_k < 2$  – молодняки неудовлетворительного качества. Проведенные исследования позволили получить определенные результаты (см. табл.). Анализ результатов исследования позволил сделать вывод, что на вырубках в возрасте 5–7 лет (возраст ввода молодняков в категорию ценных лесных насаждений) произрастают молодняки различного качественного состояния: на лишайниково-толокнянковых группе типов вырубok – хорошего качества, на зеленомошной – удовлетворительного, на разнотравной и вейниковой – неудовлетворительного.

Оценки качественного состояния молодняков хозяйственно ценных пород

Группа типов вырубок	Возраст вырубки, лет					
	5-7		10-12		20	
	Средняя сомкнутость крон в рядах и междурядьях	Коэффициент эффективности (к <sub>к</sub> )	Средняя сомкнутость крон в рядах и междурядьях	Коэффициент эффективности (к <sub>к</sub> )	Средняя сомкнутость крон в рядах и междурядьях	Коэффициент эффективности (к <sub>к</sub> )
Лишайниково-толокнянковая	0,7-0,8	3,6	1,0	4,9	1,0	4,9
Зеленомошная	0,6	2,4	0,8	4,1	1,0	4,27
Разнотравная	0,5	1,9	0,6	2,6	0,8	3,2
Вейниковая	0,4	1,8	0,5	2,0	0,7	2,8

На территории исследуемого района после сплошных рубок формируются преимущественно зеленомошные и разнотравные группы типов вырубок (до 90 %). На данных вырубках молодняки достигают хорошего качественного состояния (к<sub>к</sub>=3,2-4,27) в возрасте 12 лет и старше.

Используя данные таблиц хода роста (2), процесс выживаемости молодняков в ранний период можно представить графически в виде кривой на рис. 4 и динамических моделей, позволяющих прогнозировать степень выживаемости хозяйственно ценных древесных пород. Кривые на рис. 4 описывают процесс выживаемости молодняка, когда в основном внешние факторы определяют смертность. Отмирание начинается задолго до процесса старения.

Прогноз выживаемости различных древостоев можно представить в виде следующих моделей:

- сосновых древостоев 
$$\beta_c = 6114,1 \cdot A^{-1,384}, \tag{8}$$

где  $\beta$  – степень выживаемости, %; А – возраст древостоя, лет;

- лиственничных древостоев 
$$\beta_{л} = -27,764 \cdot \ln(A) + 141,13; \tag{9}$$

- еловых древостоев 
$$\beta_e = 2156,8 \cdot A^{-0,9276}; \tag{10}$$

- пихтовых древостоев 
$$\beta_{п} = 1228,7 \cdot A^{-0,8462}. \tag{11}$$

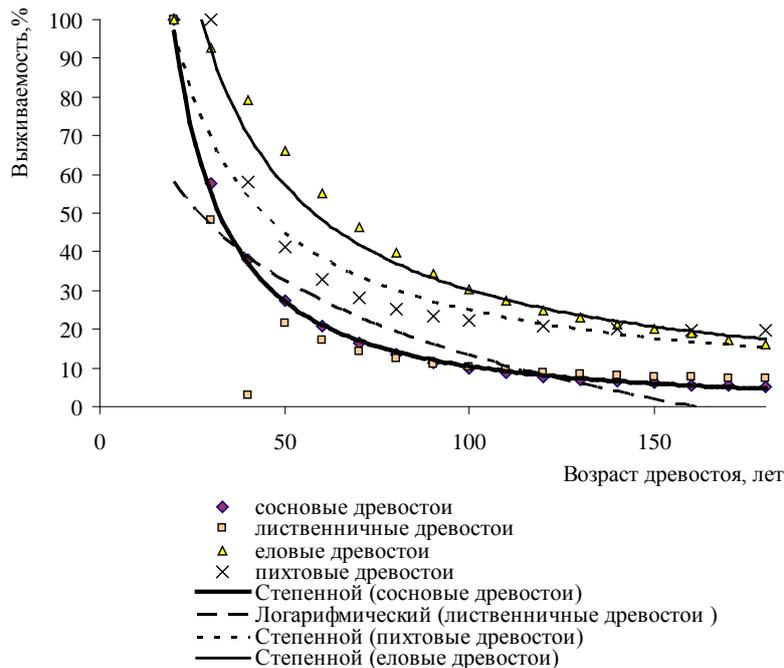


Рис. 4. График кривой выживаемости

### Выводы

1. В момент перевода площадей с проведенными мерами содействия естественному возобновлению леса и созданными лесными культурами в категорию ценных древесных насаждений сомкнутость крон составляет 0,5–0,7, что не обеспечивает создания необходимых условий для формирования деревьев, представляющих хозяйственную ценность.

2. Получены уравнения, которые описывают сомкнутость различных древесных пород в условиях Приангарья по экспериментальным данным.

3. Определена зависимость, показывающая динамику численности молодняка на вырубках разного возраста. В первый год после рубки леса лесовосстановление обеспечивается сохраненным подростом и образовавшимся самосевом. В период с 2 до 10 лет наблюдается значительное снижение количества самосева, в зависимости от типа рубки в 2–4 раза. На вырубках в возрасте 12–15 лет наблюдается увеличение численности молодняка до 8,0 тыс. шт на 1 га и более. На 20-летних вырубках в результате естественного изреживания численность молодняка постепенно снижается до приспевающего возраста.

4. Определена выживаемость молодняков основных лесобразующих древесных пород в зависимости от возраста и построены модели, позволяющие ее прогнозировать.

5. Определен коэффициент качественного состояния молодняка: на вырубках лишайниково-толокнянковой группы в возрасте 5–7 лет (возраст ввода молодняков в категорию ценных лесных насаждений) произрастают молодняки хорошего качественного состояния ( $k_k=3,6$ ), на зеленомошной – удовлетворительного ( $k_k=2,4$ ), на разнотравной и вейниковой – неудовлетворительного ( $k_k=1,9$ ) состояния.

6. Для условий Приангарья перевод в покрытую лесом площадь необходимо проводить в более поздний срок (в возрасте 12–15 лет).

7. Следует повысить норматив создания лесных культур на 1 га до 8,0 тыс. шт. за счет увеличения количества рядов (борозд) с целью повышения качества ствола, уменьшения его сбега, снижения количества сучков, улучшения физико-механических свойств древесины и увеличения прироста по высоте.

### Литература

1. Таблицы и модели роста и продуктивности основных лесобразующих пород: одобрены Федеральным агентством лесного хозяйства и рекомендованы для использования в практической лесохозяйственной деятельности (протокол заседания Совета Федерального агентства лесного хозяйства №2 от 8 июня 2006 года). – М., 2006.



УДК 582: 581.5: 504.3.054

Т.Н. Отнюкова, А.М. Жижаяев, Н.П. Кутафьева

**ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ БИОИНДИКАТОРОВ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
НА ТЕРРИТОРИИ г. КРАСНОЯРСКА**

В статье рассматриваются вопросы элементного состава биоиндикаторов атмосферного загрязнения, в которых речь идет о превышении концентраций в результате влияния естественного геохимического фона и атмосферного загрязнения. Использование различных групп биоиндикаторов позволило наиболее полно выявить причины загрязнения территории г. Красноярска.

**Ключевые слова:** атмосферное загрязнение, геохимический фон, биоиндикаторы, территория, Красноярск.

T.N. Otnyukova, A.M. Zhizhaev, N.P. Kutafeva

**ELEMENT STRUCTURE OF THE ATMOSPHERIC POLLUTION BIOINDICATORS ON THE KRASNOYARSK  
CITY TERRITORY**

The issues of element structure of the atmospheric pollution bioindicators in which the question is concentration excess as a result of influence of natural geochemical background and atmospheric pollution are considered in the article. Use of various bioindicator groups has allowed to reveal the reasons of Krasnoyarsk city territory pollution most completely.

**Key words:** atmospheric pollution, geochemical background, bioindicators, territory, Krasnoyarsk.

**Введение.** Элементный состав растений используется в мониторинге атмосферного загрязнения [1]. Выявлены пределы допустимых концентраций различных загрязняющих веществ, установлены пороговые уровни токсичности многих элементов для растений [1, 2].

Настоящие исследования проведены с целью разработки и апробирования методов диагностики атмосферного загрязнения с использованием биологических индикаторов, а также с целью привлечения внимания к проблеме загрязнения территории г. Красноярска и его окрестностей.

Ежегодные государственные доклады о состоянии и охране окружающей среды Красноярского края представляют результаты мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, атмосферных осадков, снежного покрова, поверхностных и подземных вод, влияния экологических факторов среды обитания на здоровье населения [3, 4]. К сожалению, мониторинг биологического воздействия загрязнения воздуха на растения не осуществляется.

**Цель исследований.** Изучить элементный состав различных групп растений, сравнить уровни накопления элементов, выявить возможность использования биоиндикаторов в оценке загрязнения территорий.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились в лесопарковой зоне города Красноярска (Академгородок). Объектом исследований явились различные группы растений: деревья (*Abies*, *Betula*, *Picea*, *Pinus*), травянистые растения (*Polygonatum*), мхи (*Orthotrichum*, *Pylaisia*), лишайники (*Evernia*, *Flavopunctelia*, *Parmelia*, *Ramalina*, *Usnea*), шляпочные грибы (*Armillaria*, *Boletus*, *Paxillus*), грибы-ксилотрофы (*Merulius*, *Piptoporus*, *Trametes*).

Для выявления элементного состава очищенные от посторонних примесей и высушенные образцы измельчались до крупности частиц меньше 1 мм и подвергались автоклавному микроволновому вскрытию с помощью системы MWS-2 (Berghof, Германия). Во фторопластовый автоклав DAP-60K (объем 60 мл) помещалась навеска около 0,2 г образца и 8 мл HNO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в соотношении 1:1. После чего проба герметизировалась и подвергалась трехступенчатому микроволновому вскрытию при 120–200°C: 1-я ступень – при 120°C 10 мин, 2-я – при 180°C 30 мин, 3-ступень – при 200°C 20 мин. Реагентную перекись водорода использовали в виде 36%-го раствора (ГОСТ 177-88). Азотную кислоту квалификации ХЧ подвергали дополнительной очистке перегонкой при температуре ниже точки кипения на установке DuoPur (Milestone, Италия). После завершения вскрытия и охлаждения в течение 20 мин жидкую пробу переносили в мерную колбу на 25 мл и доводили до метки деионизованной водой ( $\Omega=18,2$  Ом), полученной на установке очистки воды Direct-Q3 (Millipore, Франция). Полученные растворы анализировали на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) Agilent 7500A (Agilent, Япония) с прекалибровкой по титоновым растворам. Для уменьше-

ния систематической ошибки были заложены холостые опыты без навески твердого материала с добавлением всех реагентов по описанной методике и ИСП-МС анализом. Определение фтора проведено потенциометрическим методом в Институте геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Выявлены концентрации 74 элементов в растениях, результаты представлены в сравнении с кларками земной коры (табл.). По уровню накопления элементов выделяются три группы биоиндикаторов: 1 – кора деревьев, эпифитные мхи и лишайники; 2 – хвоя деревьев и травянистые растения; 3 – грибы.

В запыленной коре березы, эпифитных мхах и лишайниках высоки концентрации более чем 50 элементов, концентрации элементов выше кларков [5] – в 5–50 раз (Na, Al, Si, Ti, Fe) и более (табл.). Так как в многолетнюю толстую кору деревьев элементы не могут поступать непосредственно из почвы, то отсюда следует, что их высокое содержание обусловлено исключительно перехватом и осаждением загрязняющих частиц из атмосферного воздуха. Загрязнение атмосферы г. Красноярска очень высоко [3, 4]. Как показывают настоящие результаты (табл.), в пылевых накоплениях коры деревьев обнаружено большое количество редких и редкоземельных элементов (Ga, Ge, Y, Zr, Nb, Pd, In, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Tl, W). Их суммарные концентрации составляют 20,8 мг/кг, что сопоставимо с уровнем накопления в районе исследований тяжелых токсических элементов (23,1 мг/кг) (табл.). Литературные источники по группе редкоземельных элементов для зарубежных территорий многочисленны [2, 6, 7], для территории России единичны [8].

Из тяжелых токсических элементов (Cr, As, Mo, Ag, Cd, Sb, Sn, Au, Hg, Pb, Bi) в запыленной коре и эпифитах в значительном количестве выявлены  $Pb > Cr > As > Ag > Sn > Sb > Bi > Hg > Au$  (табл.). Большинство микроэлементов (Li, Be, Na, Sc, Ti, V, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, I, Cs, Ba) преобладают в пыли коры и эпифитах (за исключением B, Se, Rb, Sr). Макроэлементы (Al, Si, Fe) в максимальных концентрациях обнаружены в пыли, а биогенные макроэлементы (Mg, P, S, K, Ca) в тканях хвои и травянистых растений. Кроме того, в травянистых растениях выявлены высокие концентрации Mo (табл.).

Грибы свидетельствуют о загрязнении почв Cd, а также о поступлении из почвы Rb и Pt (табл.), что согласуется с литературными данными, которые показывают, что макромицеты накапливают в большом количестве токсичный Cd [9, 10] и сравнительно безопасный Rb [11, 12].

#### Элементный состав (мг/кг) индикаторных групп растений г. Красноярска (Академгородок)

Элемент	Кора березы с пылевыми накоплениями (n = 4)	Эпифитные мхи (n = 4)	Эпифитные лишайники (n = 11)	Хвойные деревья (n = 19)	Травянистые растения (n = 11)	Шляпочные и трутовые грибы (n = 26)	Кларки элементов, мг/кг [5]
1	4	5	6	2	3	7	8
Li	1,29±0,476	0,509±0,098	0,372±0,153	0,150±0,024	0,093±0,024	0,052±0,045	0,018
Be	0,111±0,042	0,072±0,012	0,031±0,010	н.о.	Следы	Следы	0,002
B	3,04±1,38	5,69±0,973	1,30±0,221	18,1±2,56	12,5±1,47	1,46±0,430	0,009
F*	–	–	–	138(80–196)	–	80(74–86)	0,544
Na	120±68,2	22,7±9,02	33,3±11,0	52,2±10,2	37,1±7,83	57,8±20,5	22,7
Mg	946±321	829±251	343±66,0	414±193	1955±172	419±49,1	27,6
Al	2625±509	765±236	770±214	99,6±47,3	114±30,3	223±137	83
Si	1842±198	1436±43,9	1367±126	1137±186	294±60,5	293±41,2	272
P	276±81,6	341±125	798±224	1335±226	1701±168	1499±173	1,12
S	1186±401	930±73,5	788±114	942±120	1407±123	1814±328	0,34
Cl	1232±998	883±615	595±235	912±136	5401±1163	3239±1062	0,126
K	983±199	1146±20,9	803±82,8	2605±421	7907±1339	8522±996	18,4
Ca	2185±540	2121±32,0	2582±583	5099±788	5005±636	179±47,1	46,6
Sc	1,63±0,377	0,914±0,114	0,790±0,133	0,395±0,068	0,078±0,019	0,070±0,013	0,025
Ti	115±58,6	59,2±16,3	61,7±19,8	13,1±1,54	9,43±2,26	7,85±1,24	6,3
V	8,71±3,06	3,84±0,830	2,91±0,994	0,588±0,077	0,327±0,091	0,291±0,060	0,136
Cr	7,92±3,28	2,82±0,645	2,82±0,999	1,74±0,378	0,598±0,152	1,30±0,275	0,122
Mn	75,3±28,1	62,3±10,8	40,0±11,3	24,2±4,12	27,5±3,29	7,41±0,739	1,06
Fe	2843±927	1030±2963	1332±348	391±51,2	186±30,0	114±21,0	62
Co	1,77±0,633	1,31±0,202	0,685±0,197	0,379±0,193	0,088±0,026	0,270±0,063	0,029
Ni	7,10±3,00	3,64±1,20	3,00±0,763	1,48±0,329	0,792±0,135	1,14±0,205	0,099

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8
Cu	13,5±2,40	7,15±1,53	5,42±0,817	2,49±0,353	3,16±0,265	10,7±2,01	0,068
Zn	31,4±9,14	<b>36,1±2,44</b>	18,9±2,29	21,6±4,33	7,88±0,698	24,7±4,76	0,078
Ga	5,44±1,73	4,79±0,671	2,24±0,480	4,01±0,709	2,25±0,337	0,247±0,051	0,019
Ge	<b>1,79±0,856</b>	0,628±0,155	0,481±0,150	0,092±0,044	0,042±0,003	0,134±0,036	0,0015
As	<b>1,56±0,594</b>	0,697±0,257	0,694±0,099	0,212±0,038	0,230±0,098	0,138±0,031	0,0018
Br	<b>32,6±24,9</b>	16,5±10,8	7,38±2,59	6,17±1,15	9,68±1,97	7,43±0,749	0,0026
Se	1,00±0,934	0,415±0,266	0,787±0,295	<b>2,17±0,428</b>	0,234±0,114	1,24±0,368	0,00005
Rb	4,02±1,08	1,57±0,310	7,91±0,331	1,78±0,650	2,18±0,467	<b>27,3±6,24</b>	0,078
Sr	37,5±10,3	33,9±9,23	26,4±3,74	42,2±6,71	<b>62,3±8,49</b>	2,40±0,711	0,384
Y	<b>1,27±0,381</b>	0,767±0,222	0,533±0,111	0,086±0,012	0,072±0,020	0,043±0,011	0,031
Zr	<b>1,39±0,385</b>	0,629±0,123	0,559±0,102	0,176±0,022	0,169±0,041	0,115±0,037	0,16
Nb	<b>0,245±0,073</b>	0,131±0,019	0,095±0,028	0,018±0,003	0,022±0,006	0,014±0,003	0,02
Mo	0,254±0,110	0,149±0,048	0,108±0,025	0,117±0,028	<b>0,409±0,048</b>	0,117±0,022	0,0012
Ru	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,0000001
Rh	н.о.	н.о.	н.о.	Следы	Следы	Следы	0,0000001
Pd	<b>0,198±0,086</b>	0,171±0,050	0,115±0,028	0,159±0,029	0,100±0,027	0,093±0,027	0,000015
Ag	<b>0,983±0,016</b>	н.о.	0,043±0,007	0,017±0,003		0,322±0,111	0,00008
Cd	0,135±0,031	0,192±0,022	0,097±0,015	н.о.	Следы	<b>0,620±0,286</b>	0,00016
In	<b>0,007±0,003</b>	Следы	Следы	н.о.	н.о.	н.о.	0,00024
Sn	<b>0,257±0,058</b>	0,184±0,031	0,122±0,021	0,087±0,007	0,047±0,014	0,222±0,200	0,0021
Sb	<b>0,205±0,084</b>	0,138±0,048	0,131±0,077	0,065±0,009	0,028±0,007	0,009±0,003	0,0002
Te	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,000002
I	<b>1,51±0,325</b>	1,32±0,283	0,920±0,149	0,370±0,051	0,470±0,131	0,127±0,021	0,00046
Cs	<b>0,406±0,132</b>	0,137±0,037	0,140±0,044	0,044±0,008	Следы	0,042±0,014	0,0026
Ba	54,8±17,6	55,9±8,09	24,9±5,47	46,6±7,61	32,7±4,81	2,06±0,501	0,39
La	<b>2,27±0,694</b>	1,05±0,241	0,883±0,225	0,135±0,017	0,333±0,119	0,940±0,024	0,035
Ce	4,25±1,35	1,91±0,508	1,61±0,437	0,242±0,035	0,220±0,061	0,167±0,045	0,066
Pr	<b>0,501±0,159</b>	0,205±0,053	0,184±0,050	0,019±0,004	0,014±0,006	0,017±0,005	0,0091
Nd	<b>1,76±0,562</b>	0,783±0,188	0,672±0,166	0,072±0,016	0,055±0,023	0,063±0,019	<0,009
Sm	0,278±0,121	0,169±0,061	<b>0,311±0,031</b>	0,022±0,006	0,011±0,004	0,012±0,003	<0,009
Eu	<b>0,102±0,033</b>	0,046±0,009	0,039±0,010	0,014±0,002	Следы	н.о.	0,0021
Gd	<b>0,356±0,110</b>	0,156±0,040	0,133±0,036	0,016±0,004	Следы	Следы	<0,009
Tb	<b>0,041±0,014</b>	0,019±0,003	0,016±0,003	н.о.	н.о.	н.о.	0,0012
Dy	<b>0,246±0,014</b>	0,112±0,030	0,092±0,023	0,012±0,003	Следы	Следы	<0,009
Ho	<b>0,046±0,014</b>	0,024±0,005	0,018±0,004	Следы	н.о.	н.о.	0,0014
Er	<b>0,127±0,039</b>	0,059±0,016	0,049±0,012	Следы	Следы	Следы	<0,009
Tm	<b>0,013±0,004</b>	Следы	Следы	н.о.	н.о.	н.о.	<0,009
Yb	<b>0,107±0,031</b>	0,043±0,016	0,046±0,011	н.о.	Следы	Следы	<0,009
Lu	<b>0,013±0,005</b>	Следы	Следы	н.о.	н.о.	н.о.	<0,009
Hf	<b>0,029±0,007</b>	0,014±0,002	0,013±0,003	н.о.	Следы	н.о.	0,0026
Ta	н.о.	н.о.	Следы	н.о.	н.о.	н.о.	0,0017
W	<b>0,272±0,031</b>	0,126±0,067	0,102±0,033	0,039±0,608	0,072±0,016	0,017±0,004	0,0012
Re	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,0000007
Os	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,000005
Ir	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	0,000001
Pt	н.о.	н.о.	н.о.	0,033±0,014	0,041±0,011	<b>0,109±0,037</b>	0,00001
Au	<b>0,058±0,051</b>	0,018±0,005	0,014±0,006	0,018±0,003	0,137±0,049	0,042±0,022	0,00000004
Hg	<b>0,072±0,031</b>	0,043±0,014	0,033±0,011	н.о.	0,013±0,004	0,043±0,030	0,00008
Tl	<b>0,054±0,015</b>	0,027±0,009	0,022±0,005	0,014±0,005	Следы	Следы	0,0007
Pb	12,8±3,04	6,48±2,51	7,03±1,27	1,07±0,166	0,748±0,265	0,363±0,153	0,013
Bi	<b>0,079±0,028</b>	0,046±0,011	0,033±0,007	0,011±0,003	0,037±0,021	0,072±0,070	0,000008
Th	<b>0,517±0,173</b>	0,211±0,030	0,158±0,047	0,029±0,005	0,025±0,008	0,018±0,007	0,0081
U	<b>0,171±0,058</b>	0,091±0,017	0,061±0,014	0,012±0,004	0,017±0,004	Следы	0,0023

Примечание. Условные обозначения: n – количество определений элементного состава; н.о. – показатель ниже предела обнаружения; (–) – нет данных; (\*) – для фтора n = 2; жирным шрифтом выделены максимальные концентрации.

Во всех исследованных образцах наземных биоиндикаторов (хвоя и грибы) в очень высоких концентрациях присутствует F.

**Заключение.** В мониторинге атмосферного загрязнения при интерпретации результатов элементного анализа растений всегда возникает вопрос, является ли превышение концентраций результатом влияния естественного геохимического фона или атмосферного загрязнения. Как правило, исследователи выбирают несколько индикаторных видов (напочвенные мхи и лишайники, хвоя и листья деревьев, травянистые растения и кустарнички) [13]. Преимущество настоящей работы заключается в том, что выбран более широкий спектр индикаторов. Среди них грибы индицируют поступление элементов из почвы (субстрата), в то время как запыленная многолетняя кора деревьев, а также растущие на коре эпифитные мхи и лишайники, свидетельствуют о перехвате и осаждении элементов исключительно из атмосферы. Под влиянием токсических загрязнителей хвоя и листья деревьев, травянистые растения, а также лишайники, морфологически изменяются.

Таким образом, использование различных групп биоиндикаторов позволяет наиболее полно выявить загрязнение территории.

### Литература

1. Загрязнение воздуха и жизнь растений / под ред. М. Трешоу. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 535 с.
2. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in Soils and plants. – Boca-Raton; London; New-York; Washington: CRC Press, 2001. – 403 p.
3. О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2008 г. / под ред. Д.В. Варфоломеева. – Красноярск, 2009. – 226 с.
4. О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2006 г. / под ред. Д.В. Варфоломеева. – Красноярск, 2007. – 232 с.
5. Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов: пер. с англ. – М.: БИНОМ, 2008. – 1277 с.
6. Assessment of atmospheric heavy metal deposition of the Tarkwa gold mining area of Ghana using epiphytic lichens / L.K. Boamponsem, J.I. Adam, S.B. Dampare [at el.] // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research (B). – 2010. – Vol. 268. – P. 1492–1501.
7. Chaffee M.A., Berry K.H. Abundance and distribution of selected elements in soils, stream sediments, and selected forage plants from desert tortoise habitats in the Mojave and Colorado deserts, USA // Journal of Arid Environments. – 2006. – Vol. 67. – P. 35–87.
8. Lichen biomonitoring near Karabash smelter town, Ural Mountains, Russia, one of the most polluted areas in the world / O.W. Purvis, P.J. Chimonides, G.C. Jones [at el.] // Proceedings of the Royal Society of London (B). – 2004. – Vol. 271. – P. 221–226.
9. Kalač P. Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000–2009 // Food Chemistry. – 2010. – Vol. 122. – P. 2–15.
10. Kalač P., Svoboda L., Havlíčková B. Content of detrimental metals mercury, cadmium and lead in wild growing edible mushrooms: a review // Energy Education Science and Technology. – 2004. – Vol. 13(1). – P. 31–38.
11. Uptake of elements by fungi in the Forsmark area / K.J. Johanson, I. Nikolova, A.F.S. Taylor [at el.]. – Stockholm: TR-04-06, 2006. – 86 p.
12. Accumulation of potassium, rubidium and caesium 135Cs and 137Cs in various fractions of soil and fungi in a Swedish forest / M. Vinichuk, A.F.S. Taylor, K. Rosen [at el.] // Science of the Total Environment. – 2010. – Vol. 408. – P. 2543–2548.
13. Element accumulation in boreal bryophytes, lichens and vascular plants exposed to heavy metal and sulphur deposition in Finland / M. Salemaa, J. Derome, H.-S. Helmisaari [at el.] // Science of the Total Environment. – 2004. – Vol. 324. – P. 141–160.



## АЛЬГОФЛОРА БЕРЕЗОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье в сравнительном плане исследованы почвенные водоросли фоновых и рекреационно нарушенных почв березовых фитоценозов Новосибирской области. Выявлены изменения, касающиеся таксономической организации почвенных водорослей в результате рекреационного воздействия.*

**Ключевые слова:** почвенные водоросли, березовые фитоценозы, рекреация.

*N.Yu. Belich, Zh.F. Pivovarova*

## BIRCH PHYTOCENOSIS ALGAL FLORA IN NOVOSIBIRSK REGION

*Soil algae of the background and recreationally disturbed soils of the birch phytocenoses in Novosibirsk region is researched in the article in the comparative plan. The changes concerning taxonomic organization of the soil algae as a result of recreational influence are revealed.*

**Key words:** soil algae, birch phytocenoses, recreation.

**Введение.** Одна из актуальных проблем современной биологии – разработка подходов к сохранению и рациональному использованию биологического разнообразия в условиях усиления роли антропогенных факторов [1]. Рекреационное воздействие на природу в настоящее время можно рассматривать как один из основных антропогенных факторов [2]. В результате вытаптывания в лесном фитоценозе происходит деградация подстилки и почвы, что непосредственно влияет на развитие почвенной микробиоты в целом и на почвенные водоросли в частности. Водоросли являются функционально значимой группой, так как они участвуют в создании первичной продукции, влияют на физико-химические свойства почвы и ее структурирование, находятся в сложных трансбиотических взаимосвязях с другими автотрофными и гетеротрофными организмами. Вместе с тем особенности в структуре группировок почвенных водорослей служат дополнительной характеристикой почвы и дают возможность заметить начинающиеся изменения, в том числе антропогенные. Таким образом, они могут быть использованы для биоиндикации [3]. Особенно перспективно сопоставление альгофлоры в почвах антропогенно нарушенных ценозов с фоновыми, так как позволяет оценить последствия антропогенного прессинга.

**Цель исследований.** Выявить особенности изменения таксономической организации почвенных водорослей березовых фитоценозов как ответной реакции на рекреационную нагрузку.

**Материалы и методы исследований.** Альгофлору почвенных водорослей изучали в пяти районах (Болотнинский, Мошковский, Новосибирский сельский, Искитимский и Черепановский) Новосибирской области. В каждом из них в пределах березовых фитоценозов выделяли две ассоциации: фоновую и подверженную рекреационной нагрузке. Фоновые ассоциации определены в пределах типичной растительности, которая отражает особенности почвенно-экологических характеристик конкретных березовых фитоценозов. Исследованные фоновые ассоциации отличаются по видовому составу высших растений и типу почвы. Для рекреационных ассоциаций была установлена третья стадия дигрессии на основании методик, принятых в геоботанических исследованиях [4]. Под влиянием рекреационной нагрузки общее проективное покрытие высших растений уменьшается с 65 до 38 %. Доля сорных видов составляет 12 %. Важным показателем рекреационной нагрузки является увеличивающийся процент тропиновых сетей местами до 33 % от исследуемой площади. Происходит снижение мощности подстилки с 5 до 2 см и подщелачивание почвы (от pH 6,2 в фоновых до 7,8 в рекреационно нарушенных ассоциациях).

Отбор проб на видовой состав водорослей проводился в пределах выбранных ассоциаций, с учетом всех правил альгологических сборов [5]. Материалом для почвенно-альгологических исследований послужили 300 усредненных почвенных образцов, состоящих из 10 индивидуальных проб объемом 5 см<sup>3</sup> каждый. Пробы отбирались в 2008–2009 годах (в мае, июле и октябре) под эдификатором *Betula pendula* Roth. и лесными доминантами, а также с открытых участков почвы.

Для выявления видowego состава альгофлоры использовали метод чашечных культур. Культуры выращивали стационарно в установке «Флора-1» при 8-часовом освещении в сутки лампами дневного света и температуре 20–22°C. Для увлажнения применяли питательный раствор Кнопа [5]. Просмотр чашечных куль-

тур проводили после 3 недель выращивания и заканчивали после 3–4 месяцев, учитывая возможные сукцессионные перестройки водорослевых группировок.

Материалы о видовом составе водорослей были размещены в сводные матрицы. Таксономическая структура приведена в соответствии с системой, принятой в справочнике «Водоросли» [6].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Всего в почвах исследованных березовых фитоценозов (фоновые и рекреационно нарушенные) обнаружено 223 вида (257 видов и внутривидовых таксона) водорослей, относящихся к 4 отделам, 12 порядкам, 27 семействам и 72 родам. Из всех выявленных видов почти половина (47 %) приходится на зеленые водоросли, число более высоких таксономических единиц также максимально представлено в этом отделе. Второе и третье место по числу видов принадлежат отделу *Cyanophyta* (28 %) и *Xanthophyta* (21 %) соответственно. Отдел диатомовых водорослей представлен не столь разнообразно как три других отдела, и его вклад в общий состав альгофлоры составляет всего 4 %.

Семейственный спектр исследованной почвенной альгофлоры представлен 27 семействами. Как правило, число видов 10 ведущих семейств дает представление о систематической структуре флоры и если они объединяют в себе больше чем половину видов от всей изученной флоры, то её можно диагностировать как бореальную [7], что находит отражение и в нашем исследовании, девять ведущих семейств (табл. 1) объединяют в себе более 65 % от всех выявленных видов.

Таблица 1

**Ведущие семейства и рода альгофлоры березовых фитоценозов Новосибирской области**

Семейство	Место	Число видов	%	Род	Место	Число видов	%
Pleurochloridaceae	1	32	12,4	Chlamydomonas	1	19	7,4
Oscillatoriaceae	2	24	9,3	Characiopsis	2	12	4,7
Neochloridaceae	3	20	7,8	Chlorococcum	3–5	10	3,9
Chlorellaceae	4–5	19	7,4	Oscillatoria	3–5	10	3,9
Chlamydomonadaceae	4–5	19	7,4	Phormidium	3–5	10	3,9
Ulotrichaceae	6	18	7	Monodus	6–7	9	3,5
Chlorococcaceae	7	14	5,4	Stichococcus	6–7	9	3,5
Characiopsidaceae	8	12	4,7	Navicula	8–9	8	3,1
Anabaenaceae	9	11	4,3	Nostoc	8–9	8	3,1
Всего	9	169	65,7	Tetracystis	10	7	2,7
				Всего	10	102	39,7

Большая часть семейств (35 %) в спектре представлена отделом зеленых водорослей. Они составляют основу семейственного спектра, тем самым сохраняя черты лесного типа растительности. Первые три места по числу таксонов занимают принадлежащие к разным отделам семейства *Pleurochloridaceae* отдела желто-зеленых, *Oscillatoriaceae* синезеленых и *Neochloridaceae* зеленых водорослей. Семейства *Chlamydomonadaceae* и *Ulotrichaceae*, занимая высокие позиции в семейственном спектре, явно подчеркивают лесной характер растительности [9]. На фоне семейств *Pleurochloridaceae*, *Neochloridaceae* и *Chlamydomonadaceae*, отражающих зональные признаки лесных фитоценозов, зарегистрировано появление несвойственных для лесных почв семейств *Oscillatoriaceae*, *Anabaenaceae*, что, вероятно, вызвано рекреационным воздействием.

Ранжирование родового спектра (табл. 1) выявило группу наиболее таксономически значимых родов. В число ведущих входят 10 родов, объединяющих в себе 39,7 % от общего числа видов. Достаточно определенно выделяется группа *Chlamydomonas* – *Characiopsis*, которая занимает главенствующие позиции. Все остальные рода находятся в связанных рангах. Анализ родовой структуры водорослей позволил выделить три блока родов. Первый блок – рода, характерные для степной зоны: *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Nostoc* [8], второй – рода, отмеченные для высокоширотных экосистем: *Chlamydomonas*, *Monodus*, *Navicula* [10]. Третий блок формируют рода *Stichococcus*, *Chlorococcum*, *Tetracystis* и *Characiopsis*, которые по многочисленным исследованиям свойственны флоре лесной зоны [11]. Этот факт можно объяснить эффектом перехода – экотонной зоной, которой является лесостепь.

На фоне общей характеристики альгофлоры всех березовых фитоценозов происходят изменения в соотношении отделов, порядков и семейств при сравнительном анализе фоновых и рекреационно нарушен-

ных (на третьей стадии) березовых фитоценозов. В первую очередь следует отметить уменьшение видового разнообразия в 1,2 раза в результате рекреационной нагрузки. Таксономическое разнообразие, выраженное в соотношении таксонов разного ранга, является ещё одной из характеристик, отражающих изменения в исследованных фитоценозах. В результате рекреационной нагрузки упрощается таксономическая структура альгофлоры. Тот факт, что под воздействием рекреации происходит обеднение альгофлоры, был отмечен не раз в работах по рекреационному воздействию на альгофлору многими учеными-альгологами [12, 13, 14]. Число видов зеленых водорослей уменьшается в 1,6 раза, а видов отдела желто-зеленых больше, чем в два раза. Однако увеличение видового разнообразия отдела синезеленых водорослей происходит в два с половиной раза (табл. 2). Все эти характерные изменения в соотношении отделов связаны с нарушенностью березовых фитоценозов. Этот факт соответствует известному принципу Тинемана, сформулированному им еще в 1939 г. Суть его в том, что чем больше отклонения условий существования от оптимума в пределах биотопа, тем беднее видами становится заселяющий его биоценоз.

Таблица 2

## Таксономическая структура альгофлор березовых фитоценозов

Отдел	Число			
	порядков	семейств	родов	видов
Cyanophyta	3/3*	8/8	15/18	29/72
Chlorophyta	4/4	10/7	34/27	114/71
Xanthophyta	3/3	6/6	15/10	53/22
Bacillariophyta	2/2	2/2	3/3	8/9
Всего	12/12	26/23	67/58	204/174

\*В числителе показатель для фонового фитоценоза, в знаменателе – для рекреационно нарушенного.

В фоновой ассоциации лидирующее место занимает отдел зеленых водорослей (114 видов), второе место принадлежит отделу желто-зеленых (53 вида), почти в два раза меньше видов в отделе синезеленых по сравнению с желто-зелеными. Такое распределение видов по отделам соответствует альгофлоре березовых фитоценозов [9, 11]. В результате рекреационного воздействия распределение видов по отделам резко отличается. Наибольшее число видов выявлено для отделов *Cyanophyta* и *Chlorophyta*. Однако внутренняя структура отдела *Chlorophyta* более разнородна, но в то же время это разнообразие создается за счет большого числа однородных семейств и одновидовых родов. Уменьшение видов желто-зеленых по сравнению с синезелеными происходит в три с лишним раза. Явное превалирование по числу видов синезелёных и небольшой процент жёлто-зелёных водорослей свидетельствует о проявлении экстремальности среды. Таким образом, рекреация нивелирует зональные особенности альгофлор.

Ранжированный список ведущих семейств исследованных ассоциаций отражает основные изменения, происходящие в результате антропогенного воздействия на почвенные водоросли. Так, лидирующими в анализируемых ассоциациях являются совершенно разные семейства. В фоновых ассоциациях это сем. *Pleurochloridaceae*, а в рекреационно нарушенных – сем. *Oscillatoriaceae* (табл. 3). Нитрогеназный аппарат клеток синезеленых водорослей, в том числе и осцилляториевых, как отмечает Е.М. Панкратова (1981), адаптирован к состоянию водного дефицита [15]. Эта особенность видов водорослей сем. *Oscillatoriaceae* позволяет им занимать первое место в спектре ведущих семейств рекреационно нарушенных ассоциаций. Лесные черты флор как в фоновой, так и в рекреационно нарушенной ассоциации, отражают богато представленные сем. *Ulotrichaceae* и *Neochloridaceae*. Несмотря на антропогенный прессинг, почва рекреационно нарушенной ассоциации «сохранила» вышеуказанные семейства в спектре ведущих, хотя общее число видов этих семейств незначительно уменьшилось. Не подвергся сильным перестройкам в сравниваемых спектрах видовой состав ещё двух семейств – одноклеточных водорослей убиквистов, составляющих основу сем. *Chlorellaceae* и видов сем. *Chlorococcaceae*. В связи с рекреационным воздействием произошли серьезные подвижки в числе видов сем. *Chlamydomonadaceae* и оно с верхних позиций (табл. 3) в фоновом фитоценозе спустилось на девятую позицию в рекреационно нарушенном. По-видимому это связано с тем, что виды этого семейства предпочитают обитать в почвах с кислой средой нежели в щелочной, и уменьшение их числа связано с подщелачиванием почвы в рекреационно нарушенной ассоциации [13].

## Семейственный и родовой спектр альгофлор березовых фитоценозов

Семейство	Фон	Рекреация	Род	Фон	Рекреация
Pleurochloridaceae	31(15,2)	13(7,5)	Chlamydomonas	19 (9,3)	9 (5,2)
Chlamydomonadaceae	19 (9,3)	9 (5,2)	Characiopsis	12 (5,9)	-
Chlorellaceae	19 (9,3)	13 (7,5)	Chlorococcum	10 (4,9)	6 (3,4)
Ulotrichaceae	18 (8,8)	12 (6,9)	Stichococcus	9 (4,4)	7 (4)
Neochloridaceae	17 (8,3)	13 (7,5)	Monodus	8 (3,9)	5 (2,9)
Chlorococcaceae	14 (6,9)	10 (5,7)	Tetracystis	7 (3,4)	
Characiopsidaceae	12 (5,9)		Pleurochloris	6 (2,9)	-
Tetracistidaceae*	10 (4,9)	-	Coccomyxa	6 (2,9)	5 (2,9)
Oscillatoriaceae		24 (13,8)	Ellipsoidion	6 (2,9)	-
Anabaenaceae		11 (6,3)	Chlorella	6 (2,9)	5 (2,9)
Microcystidaceae		10 (5,7)	Navicula	6 (2,9)	7 (4)
			Phormidium	-	10 (5,7)
			Oscillatoria	-	10 (5,7)
			Nostoc	-	8 (4,6)
			Microcystis	-	6 (3,4)
Всего	140 (68,6)	115 (66,1)	Всего:	95 (46,3)	78 (44,7)

\* Виды этого семейства не встречаются.

Семейство *Characiopsidaceae* не смогло войти в число ведущих в антропогенно нарушенной ассоциации, а виды сем. *Tetracistidaceae* вообще не были обнаружены. Однако виды этого семейства являются типичными представителями березовых фитоценозов [9]. Необходимо указать на появление в рассматриваемом спектре рекреационно нарушенных ассоциаций на такие семейства, как *Anabaenaceae* и *Microcystidaceae*. Наличие у представителей *Cyanophyta* сигнальных систем (QS-систем), в которых синтез биохимических факторов приводит к изменению физиологического статуса популяции, позволяет синезеленым водорослям в более короткие сроки адаптироваться к изменяющимся условиям среды [16]. Увеличение числа семейств синезелёных водорослей указывает на более экстремальные условия среды. Этот же факт подтверждает отсутствие в десяти ведущих семействах видов жёлто-зелёных водорослей.

Родовой спектр более подробно и детально раскрывает происходящие изменения в исследованных фитоценозах. Прежде всего, это проявляется в том, что в фоновой ассоциации ведущие рода более насыщены видами (табл. 3); также в этом спектре происходит перераспределение лидирующих позиций в зависимости от фитоценоза. Так, для фоновой фитоценозы можно совершенно четко выделить шесть ведущих родов, которые отличаются по числу видов между собой, остальные рода находятся в связанных рангах. В тройку ведущих родов входят *Chlamydomonas*, *Characiopsis* и *Chlorococcum*. Лидирующими родами в рекреационно нарушенных ценозах становятся р. *Phormidium* и *Oscillatoria*, имеющие одинаковое число видов (по десять). В качестве защитных механизмов от высыхания у них служат наличие слизистых чехлов и капсул, утолщение клеточных стенок, образование дополнительных пигментов, накопление клетками продуктов запаса в виде зерен крахмала и масел [17]. Третье место в рекреационно нарушенной ассоциации принадлежит видам р. *Chlamydomonas*. Было обнаружено, что почти все виды р. *Chlamydomonas* в естественных ассоциациях находятся в подвижном состоянии, а в почве рекреационно нарушенной ассоциации практически все в пальмеллевидном состоянии, выделяя обильную слизь. Основу родовой спектра как в фоновой, так и нарушенной ассоциации, составляют рода из отдела зеленых водорослей. Они меньше всего подверглись внутривидовым перестройкам в связи с антропогенной нагрузкой. В этом же отношении отличились виды р. *Navicula* отдела диатомовых водорослей. Они, обладая способностью перемещаться из сухих почвенных микрзон в более влажные, способны выживать в почвах с острым дефицитом влаги [18]. Основные изменения коснулись родов отдела желто-зеленых – это р. *Characiopsis*, занимающий вторую позицию в фоновой и не вошедший в спектр ведущих родов альгофлоры рекреационно нарушенной ассоциации. Такие рода, как *Pleurochloris* и *Ellipsoidion*, также изменили свой статус и не вошли в число ведущих в результате рекреационного воздействия. Род *Monodus* – это единственный род из отдела желто-зеленых, вошедший в родовой спектр нарушенного ценоза (хотя число видов заметно уменьшилось). Род *Tetracystis* так же как и аналогичное семейство полностью выпадает и не проявляется в почвах антропогенно нарушенной ассоциации. Необ-

ходимо отметить, что в почве рекреационной ассоциации появляются рода *Nostoc* и *Microcystis*. Это почвенные водоросли, образующие мощную колониальную слизь или слизистые чехлы, которые накапливают и сохраняют влагу. Виды р. *Nostoc* (*N. commune*, *N. punctiforme*) обладают также достаточно широкими адаптационными возможностями, являясь к тому же мезоксерофитами.

По сравнению с фоновой ассоциацией произошло увеличение видов из числа синезеленых водорослей. Одновременно с этим сократилось число типичных лесных видов из отдела желто-зеленых. Этому способствовало комплексное изменение условий обитания по ряду экологических факторов: иссушение и подщелачивания почвы, уменьшение высоты подстилки и повышенная освещенность.

**Заключение.** Исследования по изучению почвенной альгофлоры по пяти районам Новосибирской области позволяют сделать следующие обобщения: в целом было определено 257 видов и внутривидовых таксонов водорослей. Все они относятся к 4 отделам, 12 порядкам, 27 семействам и 72 родам. Анализируя всю альгофлору и сравнивая между собой фоновые и рекреационно нарушенные ценозы, следует отметить, что соотношение основных отделов почвенных водорослей соответствует зональным особенностям климата, а во внутренней таксономической организации альгофлоры наблюдается отклик на частные экологические особенности условий среды и антропогенное вмешательство.

### Литература

1. Дубовик И.Е. Водоросли эродированных почв и альгологическая оценка почвозащитных мероприятий. – Уфа, 1995. – 154 с.
2. Таран И.В., Спиридонов В.Н., Беликова Н.Д. Леса города. – Новосибирск: СО РАН, 2004. – 196 с.
3. Штина Э.А. Почвенные водоросли как экологические индикаторы // Ботан. журн. – 1990. – Т. 75. – № 1. – С. 441–453.
4. Горчаковский П.Л., Телегова О.В. Сравнительная оценка уровня синантропизации растительного покрова особо охраняемых природных территорий // Экология. – 2005. – № 6. – С. 403–408.
5. Хазиев Ф.Х., Кабиров Р.Р. Количественные методы почвенно-альгологических исследований. – Уфа: БФАН СССР, 1986. – 172 с.
6. Водоросли: справ. / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк [и др.]. – Киев: Наук. думка, 1989. – 606 с.
7. Толмачев А.И. Введение в географию растений. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. – 244 с.
8. Пивоварова Ж.Ф. Особенности флористического состава и фитоценотической организации водорослевых группировок горных степей Северо-Восточной Азии // Ботан. журн. – 1986. – Т. 71. – № 4. – С. 521–527.
9. Чаплыгина О.Я. Сравнительная характеристика почвенных водорослей в лесных фитоценозах разных географических областей: тез. докл. – Л.: Наука, 1978. – С. 336.
10. Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. – 163 с.
11. Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. – М.: Наука, 1984. – 149 с.
12. Суханова Н.В. Группировки почвенных водорослей в условиях интенсивной рекреационной нагрузки. – Уфа, 1995. – 16 с.
13. Сугачкова Е.В. Влияние рекреационной нагрузки на сообщества почвенных водорослей: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2000. – 22 с.
14. Илюшенко А.Е. Группировки почвенных водорослей сосновых фитоценозов в режиме рекреационной нагрузки: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2003. – 17 с.
15. Панкратова Е.М. Фиксация атмосферного азота синезелеными водорослями в природных условиях // Ботан. журн. – 1973. – Т. 58. – № 3. – С. 360–368.
16. Семенова Л.Р., Селях И.О., Щербаков П.Н. Оценка способности культур цианобактерий к продукции N-ацил-гомосерин лактонов-аутоиндукторов QS-систем регуляции // Современные проблемы физиологии, экологии и биотехнологии микроорганизмов: мат-лы Всерос. симп. с междунар. участием (Москва, 24–27 дек. 2009). – М.: МАКС Пресс, 2009. – С. 167.
17. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. – М.: Наука, 1976. – 143 с.
18. Шушурева М.Г. Влияние выпаса на почвенные водоросли степных биогеоценозов // Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. Сер. Биол. науки. – 1985. – № 13(406). – С. 65–70.

**БАКТЕРИЦИДНОСТЬ И РАДИКАЛОТРОПНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОСНЫ, ЭВКАЛИПТА И ЛИМОНА**

*В статье рассматриваются вопросы радикалотропных эфирных масел. Результаты исследований являются основой для их адекватного выбора и селективного использования против патогенов с одновременным снижением риска нарушения гомеостаза организма.*

**Ключевые слова:** свободные радикалы, антиоксидант, прооксидант, хемилюминесценция, бактерицидность.

*M.S. Sharpaeva, M.I. Lesovskaya*

**BACTERICIDAL AND RADICAL ACTION OF THE ESSENTIAL OILS OF PINE, EUCALYPTUS AND LEMON**

*The issues of the radicaloactive essential oils are considered in the article. The research results are the basis for their adequate choice and selective use against the pathogenes together with simultaneous decrease of an organism homeostasis disruption risk.*

**Key words:** free radicals, antioxidant, prooxidant, chemiluminescence, bactericidal action.

**Введение.** В последнее время перечень загрязнителей воздушной среды расширяется за счёт штаммов микроорганизмов, устойчивых к синтетическим антисептикам и способствующих возникновению экологически обусловленных заболеваний [10], что снижает качество жизни человека. Не только сохраняется, но и возрастает актуальность выявления и изучения эффективных и экологически безопасных средств защиты организма человека от патогенных микроорганизмов. Важным способом обеспечения подобной защиты может стать использование эфирных масел (ЭМ) растительного происхождения. Благодаря давно выявленным противовоспалительным, противоотечным, обезболивающим, спазмолитическим свойствам, эти соединения используют в ароматерапии, профилактической медицине, лечебной косметике [8].

Однако научные основы их использования разработаны недостаточно. Считается, что эфирные масла не имеют негативного побочного влияния на организм и не вызывают привыкания. Тем не менее существуют ограничения по их использованию при ряде физиологических состояний (беременность) и патологий (аллергии, заболеваниях сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и др. систем) [4]. Негативные эффекты в результате применения эфирных масел, как правило, связывают с «индивидуальной непереносимостью» и передозировкой ароматических препаратов. При этом авторы сходятся во мнении, что сочетание бактерицидной активности и способности образовывать нетоксичные комплексы с поллютантами позволяет использовать эфирные масла для оздоровления воздушной среды в производственных помещениях и в местах большого скопления людей [1, 6]. В то же время обоснованные методики расчета эффективных доз в ароматерапии отсутствуют, соответствующие рекомендации опираются лишь на органолептические показатели, а сведений о бактерицидности эфирных масел в отношении санитарно-показательных бактерий в литературе представлено недостаточно.

Известно, что бактерицидность воздушной среды во многом обусловлена содержанием отрицательных аэроионов, в первую очередь супероксиданион-радикала  $O_2^-$  [2], предшественника вторичных свободных радикалов с ещё более высокой химической активностью (например,  $OH^\cdot$ ,  $H^\cdot$  и др.). Логично предположить, что эфирные масла, под влиянием которых усиливается продукция супероксиданион-радикала, будут наиболее эффективными бактерицидными средствами. Описанные в литературе попытки установить радикал-направленную активность эфирных масел дают противоречивые результаты вследствие использования различных экспериментальных условий.

**Цель исследований.** Выявление связи бактерицидных и радикалотропных свойств эфирных масел сосны, эвкалипта и лимона в условиях единой экспериментальной модели.

**Задачи исследований:** 1) определить характер и уровень радикалотропного влияния эфирных масел сосны, эвкалипта и лимона в модели стимулированных фагоцитов с использованием хемилюминесцентного анализа; 2) сравнить бактерицидность указанных эфирных масел эфирных масел в отношении санитарно-показательных микроорганизмов; 3) оценить взаимосвязь бактерицидности и радикалотропности эфирных масел, имеющих значение для оздоровления воздушной среды обитания.

**Материалы и методы исследований.** В работе использовали натуральные эфирные масла сосны, лимона и эвкалипта (ООО «Аспера», Россия). Радикалотропность эфирных масел изучали методом латекс-

стимулированной люминол- или люцигенинзависимой хемилюминесценции по Топо-Ока е.а. (1983) в модификации [3] с использованием программно-аппаратурного комплекса «Биохемилюминометр 3606-М» (СКТБ «Наука» СО РАН, г. Красноярск), работающего в режиме счета фотонов. В качестве источника свободных радикалов использовали фагоциты крови практически здоровых людей с заранее выявленным типом функционального ответа (нормо- или гипореактивный). Реакционная смесь включала 200 мкл разогретого до 37°C люминола или люцигенина, 100 мкл гепаринизированной крови [5], суспендированной в среде Хенкса (1:10), 50 мкл рабочего раствора латекса и 50 мкл препарата ЭМ (суспензия эфирных масел сосны, эвкалипта, лимона в среде Хенкса в концентрациях 1; 0,1; 0,01; 0,001; 0,000001 %). Свежеприготовленную реакционную смесь вносили в кварцевые кюветы и помещали в барабан прибора. Длительность записи ХЛ-кинетики (не менее трёх повторностей) составляла 90 мин. При оценке кинетограмм использовали такие информативные параметры, как амплитуду ХЛ-реакции ( $I_{max}$ , имп/с), время достижения максимума ( $T_{max}$ , мин), суммарное количество квантов за время наблюдения, или светосумму ( $S$ , млн имп). По степени снижения или повышения продукции свободных радикалов в присутствии анализов оценивали антиоксидантный или прооксидантный потенциал эфирных масел.

Бактерицидную активность определяли по степени подавления дегидрогеназной активности тест-культур в выбранной питательной среде [7]. Использовали стандартные штаммы санитарно-показательных бактерий *Staphylococcus aureus* (штамм MRSA) и *Escherichia coli*, а также грамположительных энтеросимбионтов *Bifidobacterium* на лабораторной базе ЦКП СФУ (г. Красноярск).

Результаты статистически обрабатывали с помощью программы *Statistica 6.0* и *Excel Microsoft Office 2000*. Достоверность отличий от контроля оценивали с помощью параметрического  $t$ -критерия Стьюдента или непараметрического  $T$ -критерия Уилкоксона для парных сравнений [11].

**Результаты исследований и их обсуждение.** На рис. 1 представлены результаты хемилюминесценции нормореактивных (Н) и гипореактивных (Гп) фагоцитов под влиянием суспензий ЭМ сосны при различных концентрациях с использованием различных активаторов свечения (люминол и люцигенин) при латекс-активированном (а) или базальном (б) функциональном ответе фагоцитов.

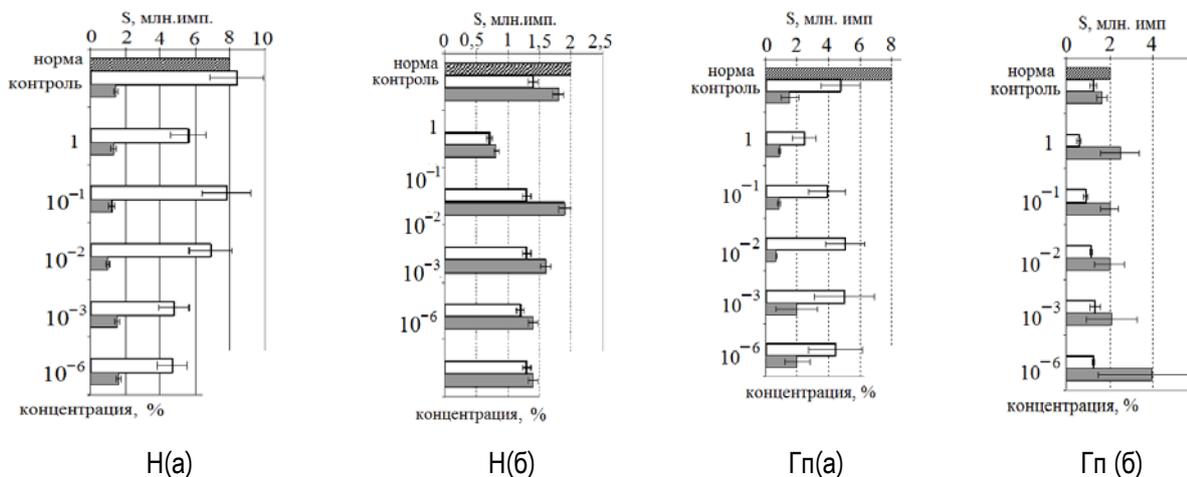


Рис. 1. Влияние различных концентраций эфирного масла сосны на светосумму активированной (а) и базальной (б) хемилюминесценции нормореактивных (Н) и гипореактивных (Гп) фагоцитов крови человека (светлые столбики – люминол, темные – люцигенин)

Из рис. 1 видно, что эфирное масло сосны оказывает устойчивое антиоксидантное воздействие в рассмотренном диапазоне концентраций, причём эффект наиболее выражен при активированном типе ХЛ-ответа с использованием люминола (ХЛ снижалась на 20–50 %). Данный химический активатор свечения легко взаимодействует с гидроксил-радикалами, гипохлоритом и некоторыми другими окислителями. В свою очередь, люцигенин более избирателен к супероксиданион-радикалу, порождающему вышеперечисленные АФК. Следовательно, можно предположить, что механизм АО-действия эфирного масла сосны обусловлен преимущественным взаимодействием с наиболее агрессивными вторичными радикальными формами, что согласуется с известными данными о высокой антисептической эффективности ЭМ сосны [9].

На фоне хемилюминесценции фагоцитов со сниженным функциональным ответом влияние данного эфирного масла имело регуляторный характер. В данном случае антиоксидантный эффект был выражен слабее, а главное, наблюдалось усиление свечения в варианте с люцигенином. Это косвенно указывает на

возможность активирующего воздействия препарата на ферменты, катализирующие образование радикалов супероксиданиона, что способно нормализовать функцию «ленивых фагоцитов» на предсимптомной стадии метаболического дисбаланса и препятствовать переходу стресса в дистресс.

Для ответа на вопрос, не истощается ли функциональный потенциал фагоцитов под влиянием эфирного масла, после записи кинетограмм базального ХЛ-ответа реакционную смесь, содержащую фагоциты, инкубировали в течение 1,5 ч с добавлением опсонизированного латекса (рис. 2). Судя по полученным результатам, после воздействия суспензии масла клетки сохраняли свою жизнеспособность и отвечали генерацией активных форм кислорода (АФК) на воздействие антигена независимо от вида ХЛ-зонда.

Эфирное масло эвкалипта в тех же экспериментальных условиях оказывало не антиоксидантное, а напротив, прооксидантное влияние на фагоциты крови человека (рис. 3).

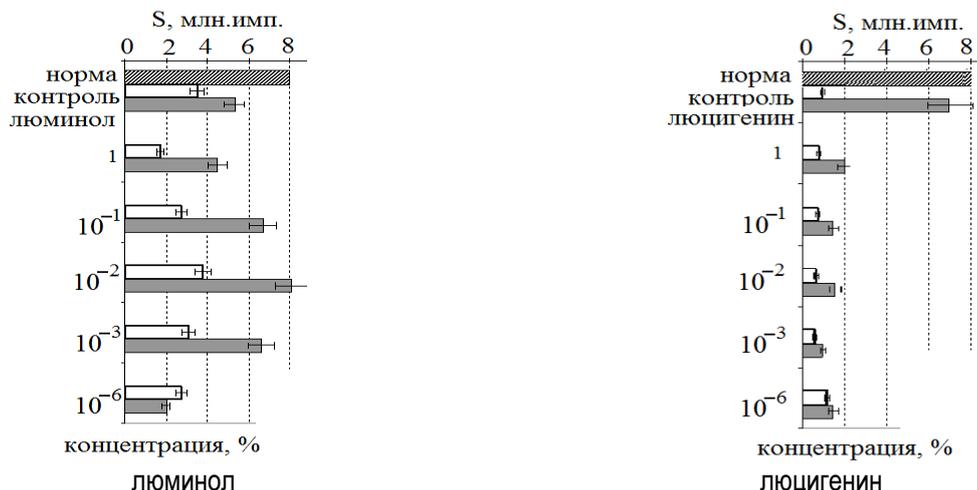


Рис. 2. Тушение активированной ХЛ нормореактивных фагоцитов крови человека под влиянием различных концентраций ЭМ сосны при использовании различных ХЛ-зондов

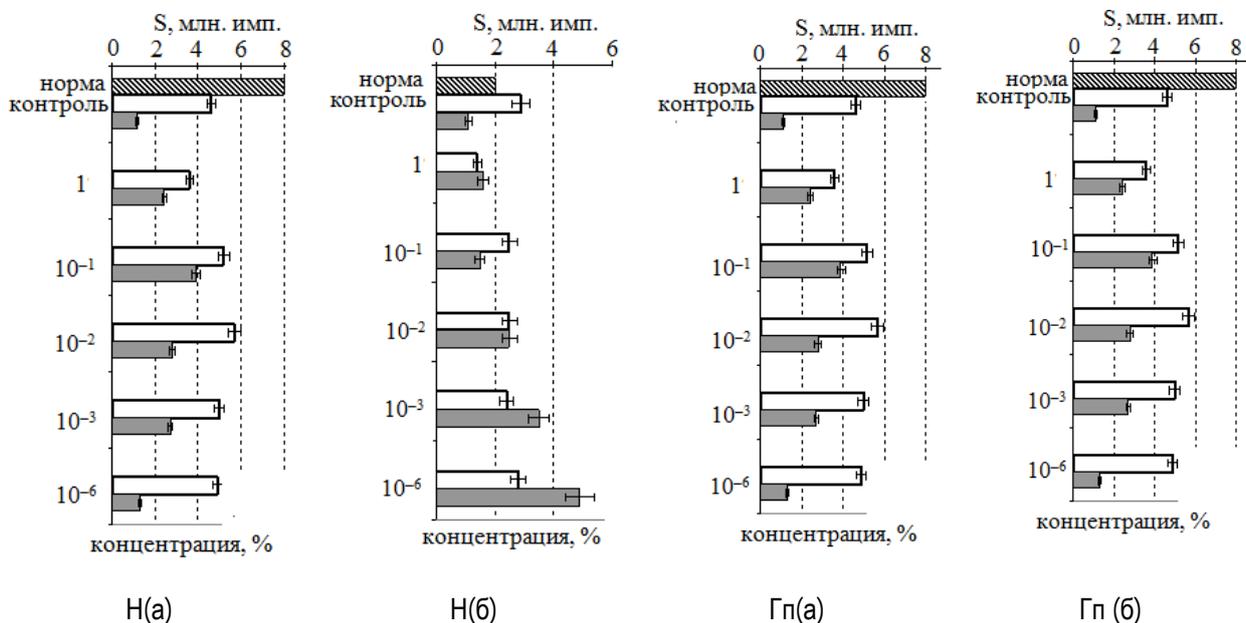


Рис. 3. Влияние различных концентраций эфирного масла эвкалипта на светосумму активированной (а) и базальной (б) гемилюминесценции нормореактивных (Н) и гипореактивных (Гп) фагоцитов крови человека (светлые столбики – люминол, темные – люцигенин)

При этом эффект был наиболее выражен при использовании люцигенина в качестве ХЛ-зонда. Это означает, что эффект ЭМ эвкалипта преимущественно связан с первичными супероксидными радикалами,

причем влияние имеет стимулирующий характер. Этот эффект также согласуется с феноменологией бактерицидного влияния препаратов эвкалипта, но в добавление к этому даёт возможность понять механизм оказываемого действия. Супероксиданион-радикалы способны разрушать мембраны бактериальных клеток, поэтому тот же эффект будут проявлять соединения, стимулирующие выработку активных форм кислорода в виде аэроионов.

Под влиянием эфирного масла лимона, как и эвкалипта, была обнаружена избирательная стимуляция продукции первичных супероксиданион-радикалов, легко возникающих в воздушной среде. При этом была выявлена обратная зависимость эффекта от исходного уровня радикалов (гипореактивные фагоциты, рис. 4,б).

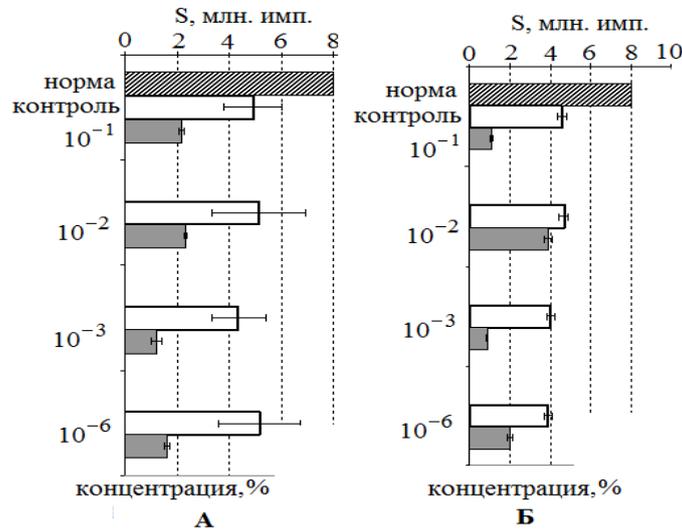


Рис. 4. Влияние различных концентраций эфирного масла лимона на светосумму активированной хемилюминесценции нормореактивных (А) и гипореактивных (Б) фагоцитов крови человека (светлые столбики – люминол, темные – люцигенин)

В то же время при использовании люминола достоверных изменений уровня свободных радикалов в среде не было выявлено. Это означает, что в отличие от ЭМ эвкалипта ЭМ лимона индифферентно ко вторичным радикалам, более реакционноспособным по сравнению с первичными, что снижает возможность ЭМ лимона в качестве эффективного природного средства санации воздушной среды.

Результаты скрининга бактерицидности эфирных масел представлены на рис. 5. В качестве тест-объектов использовались санитарно-показательные микроорганизмы, грамотрицательные бактерии *Escherichia coli* и грамположительные анаэробные энтеросимбионты-пробиотики *Bifidobacterium*. По результатам определения минимально подавляющей концентрации (МПК) эфирного масла спустя 1 или 15 ч судили о бактерицидных свойствах изучаемых эфирных масел.

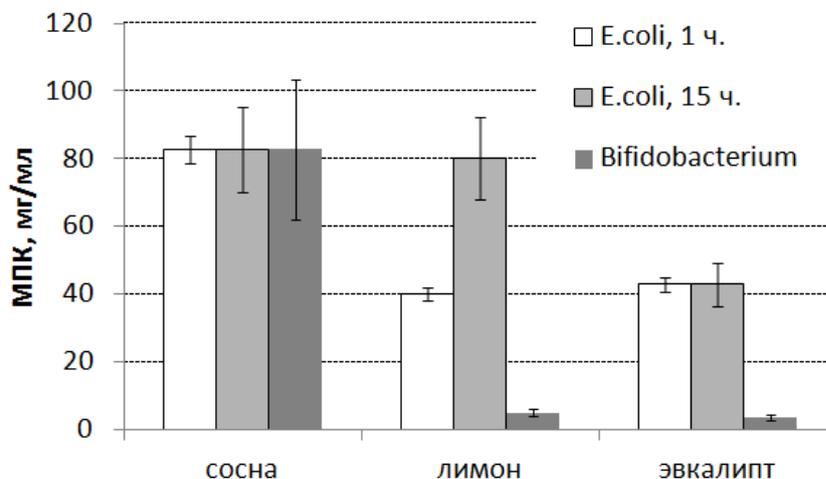


Рис. 5. Подавление роста бактерий под влиянием эфирных масел сосны, лимона и эвкалипта

Судя по величине МПК, санитарно-показательная микрофлора оказалась наименее чувствительной к эфирным маслам сосны, обладающей устойчивыми антиоксидантными свойствами. Эфирное масло лимона (слабый прооксидант) угнетало размножение бактерий, однако эффект был кратковременным (спустя 15 ч обнаружено двукратное увеличение МПК). Бактерицидным эффектом, обнаруженным спустя 1 ч и сохраняющимся спустя 15 ч, характеризовалось влияние эфирного масла эвкалипта, которое по результатам ХЛ-анализа обладало выраженным прооксидантным действием.

Как показали результаты, бактерицидным влиянием обладали (по убыванию эффекта) эфирные масла эвкалипта, лимона и сосны. Значение коэффициента парной корреляции составило величину  $-0,874$ , что указывает на наличие сильной отрицательной связи между показателями радикалотропности и бактерицидности исследованных масел. Это подтвердило предположение о существовании взаимосвязи радикалотропных и бактерицидных свойств исследованных соединений.

Таким образом, на основании выявленной корреляции можно заключить, что максимальным бактерицидным действием среди исследованных соединений обладают образцы с выраженным прооксидантным влиянием на свободнорадикальный баланс (эфирные масла лимона и эвкалипта), минимальным – эфирное масло сосны, у которого был выявлен устойчивый антиоксидантный характер влияния на свободные радикалы. Полученные результаты позволяют проводить целенаправленный подбор эфирных масел для эффективного бактерицидного использования на основании их радикалотропности, определение которой может быть осуществлено экономичным и экспрессным хемилюминесцентным методом.

### Литература

1. Применение ароматических летучих биологически активных веществ растительного происхождения в детских дошкольных учреждениях с целью профилактики респираторных заболеваний / А.А. Андрущук, Л.П. Далецкая, А.Ф. Лебеда [и др.] // Педиатрия. – 1986. – № 8. – С. 44–46.
2. Гольдштейн Н.И. Активные формы кислорода как жизненно необходимые компоненты воздушной среды // Биохимия. – 2002. – Т. 76. – Вып. 2. – С. 194–204.
3. Земсков В.М., Барсуков А.А., Безносенко С.А. Изучение функционального состояния фагоцитов человека (кислородный метаболизма и подвижность клеток). – М.: Ин-т иммунологии МЗ СССР, 1987. – 18 с.
4. Лапин А.А., Зеленков В.Н. К вопросу определения антиоксидантного статуса растений // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: сб. науч. тр. – М.: РАЕН, 2007. – Вып. 14. – С. 43–53.
5. Лебедев К.А. Иммунология в клинической практике: электр. учеб. по медицине. Электронный ресурс: [http://medobook.ru/\\_id/2/69875353.jpg](http://medobook.ru/_id/2/69875353.jpg).
6. Николаевский В.В., Еременко А.Е., Иванов И.К. Биологическая активность эфирных масел. – М.: Медицина, 1987.
7. Прудникова С.В., Гукосян В.М., Сарматова Н.И. Руководство для работ по малому практикуму: учеб. пособие / Краснояр. гос. ун-т. – Красноярск, 2004. – 105 с.
8. Эфирные масла – аромат здоровья: Древний и современный опыт профилактики и лечения заболеваний эфирными маслами / С.С. Солдатченко, Г.Ф. Кащенко, А.В. Пидяев [и др.]. – Симферополь: Таврида, 2003. – 192 с.
9. Сотникова О.В., Степень Р.А. Эфирные масла сосны как индикатор загрязнения среды // Химия растительного сырья. – 2001. – № 1. – С. 79–84.
10. Черешнев В.А., Морозова А.А. Экологические аспекты возникновения вирусносительства // Интерн. журн. иммунореабилитации. – 1997. – № 6. – С. 157–163.
11. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. – СПб.: Изд-во Воен.-мед. академии, 2002. – 267 с.



### ДИАПАЗОН ИЗМЕНЧИВОСТИ УГЛОВ РИСУНКА ЖЕВАТЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРЕННЫХ ЗУБОВ КРАСНЫХ ПОЛЁВОК ОСТРОВА САХАЛИН

Изучена изменчивость углов у рисунка жевательной поверхности  $M_1$  и  $M^3$  красных полёвок (*Myodes rutilus*), обитающих на острове Сахалин. Оцениваются не отдельные признаки, а их комбинации (варианты). Рассчитаны также теоретически возможные спектры вариантов для углов.

**Ключевые слова:** красная полёвка, угол рисунка, изменчивость, жевательная поверхность коренных зубов, остров Сахалин.

*I.V. Donchenko, A.V. Senchik*

### ANGLE VARIATION RANGE OF THE MOLAR TEETH CHEWING SURFACE PATTERN OF THE NORTHERN RED-BACKED VOLE ON THE SAKHALIN ISLAND

Angle variation of a pattern of the chewing surface  $M1$  and  $M3$  of the northern red-backed voles (*Myodes rutilus*), living on the Sakhalin Island is studied. Not only separate features but their combinations (variants) are estimated. Theoretically possible spectra of variants for the angles are calculated.

**Key words:** northern red-backed vole, pattern angle, variation, molar teeth chewing surface, the Sakhalin Island.

**Введение.** У грызунов подсемейства *Arvicolinae* рисунок жевательной поверхности коренных зубов, особенно первых нижних ( $M_1$ ) и третьих верхних ( $M^3$ ), используется при построении филогенетических систем, описании видов, подвидов, анализа популяций, а также при подтверждении генетических гипотез [1]. Виды лесных полевок (*Myodes*) используются в палеоэкологических, биостратиграфических и экологических исследованиях, в том числе для биомониторинга на популяционном уровне. Филогения лесных полевок в настоящее время окончательно не разработана. Это вызвано тем, что не доведена до совершенства одонтологическая диагностика рецентных полевок этого рода. В ископаемом состоянии остатки полёвок представлены преимущественно зубами, в связи с этим возникают трудности с идентификацией древних форм [2]. Поэтому поиски новых путей изучения изменчивости зубов остаются актуальными [4].

Существует ряд методик изучения изменчивости рисунка жевательной поверхности, но преимущественно используются методики, основанные на выделении фенотипов. В последние годы развивается анализ изменчивости зубов методом геометрической морфометрии [9]. Современные методы развиваются в направлении усиления математического аппарата, что делает возможным значительно увеличить число анализируемых признаков и в конечном итоге позволяет лишь измерять степень сходства и достоверность различий сравниваемых объектов. В настоящее время назрела необходимость выявления свойств самой изменчивости. Н.И. Вавилов пытался решить эту проблему методически и предполагал, что в дальнейшем закон «гомологической изменчивости» сыграет роль инструмента для оценки биологического разнообразия [3]. До настоящего времени применение «закона гомологических рядов» фактически сводится к возможности предсказывать спектр изменчивости одной формы на основании известного спектра другой формы и он не нашёл применения в качестве инструмента для анализа биоразнообразия. Дальнейшим развитием идеи выявления свойств изменчивости стал метод спектров, разработанный Е.Е. Коваленко [6, 7]. Суть этого метода состоит в том, что первоначально рассчитывается спектр теоретически возможных вариантов строения структуры, а затем полученный максимальный спектр используется как инструмент анализа для оценки биологического разнообразия. Этот инструмент незаменим как внешняя точка отсчёта по отношению к сравниваемым рядам гомологической изменчивости объектов.

**Цель исследований.** Рассмотрение диапазона изменчивости углов рисунка жевательной поверхности  $M_1$  и  $M^3$  у рецентных красных полёвок (*Myodes rutilus*), обитающих на острове Сахалине. Анализ размаха изменчивости зубов проведён методом спектров [6, 7]. Для реализации этого подхода были поставлены следующие задачи: рассчитать теоретически ожидаемую изменчивость данной структуры (theoretical spectrum – St); оценить реальную изменчивость структуры (real spectrum – Sr) относительно теоретически ожидаемой изменчивости данной структуры (St); очертить спектр наиболее вероятных для структуры комбинаций (possible spectrum – Sp).

**Материалы и методы исследований.** В качестве объекта исследований выбрана красная полёвка как экологически пластичный вид, широко распространённый в лесостепи, лесной зоне и лесотундре, в которых она обитает вплоть до пределов кустарниковой растительности в горах и на равнинах. Ареал красной полёвки в умеренной зоне северного полушария простирается от Норвегии на западе до побережья Гудзонова залива на востоке [8]. Сахалин выбран в связи с тем, что остров простирается на 950 км – от зоны тундр на севере до смешанных хвойно-широколиственных лесов на юге. Массовыми сборами материала охвачено огромное пространство – от полуострова Шмидт на севере Сахалина до залива Анива на юге. Выборки собраны в значительном временном промежутке: с 1967 по 2002 г. Материал для исследований был любезно предоставлен доктором биол. наук, проф. В.А. Костенко из коллекции Биолого-почвенного института ДВО РАН и канд. биол. наук. О.А. Бурковским из коллекции Дальневосточного государственного университета. Обработано 1838 штук  $M_1$  и 1846 штук  $M^3$  от 1004 черепов *M. rutilus* из 56 выборок. Полученные данные обрабатывались в программе Excel.

Для записи количества и взаимного расположения углов зуба использованы численные обозначения, названные вариантами. Помимо хорошо выраженных выступающих и входящих углов, углами также названы изгибы эмалевой линии на завершающей оконечности передней и задней непарных петель  $M_1$  и  $M^3$ . Здесь завершающей оконечностью назван участок передней и задней петель  $M_1$  и  $M^3$ , не входящий в состав хорошо выраженных углов (рис. 3). Количество выступающих углов отражает большой вариант. Малый вариант учитывает не только выступающие, но и входящие углы. Таким образом, каждый большой вариант включает в себя малые варианты с одинаковым количеством выступающих углов. Данная иерархия представлена в табл. 1–2 и на рис. 4–5.

Численные обозначения вариантов можно использовать для подсчёта количества выступающих и входящих углов, их средних величин и другие вычисления. Но изначально варианты разработаны для описания жевательной поверхности зубов подобно фенам. Например, на основе данной методики фены «simplex», «principalis» («typica»), «duplicata» и «variabilis» (Rörig, Börner, 1905) разнятся соответственно между 7, 8, 9, 10 большими вариантами (рис. 1).

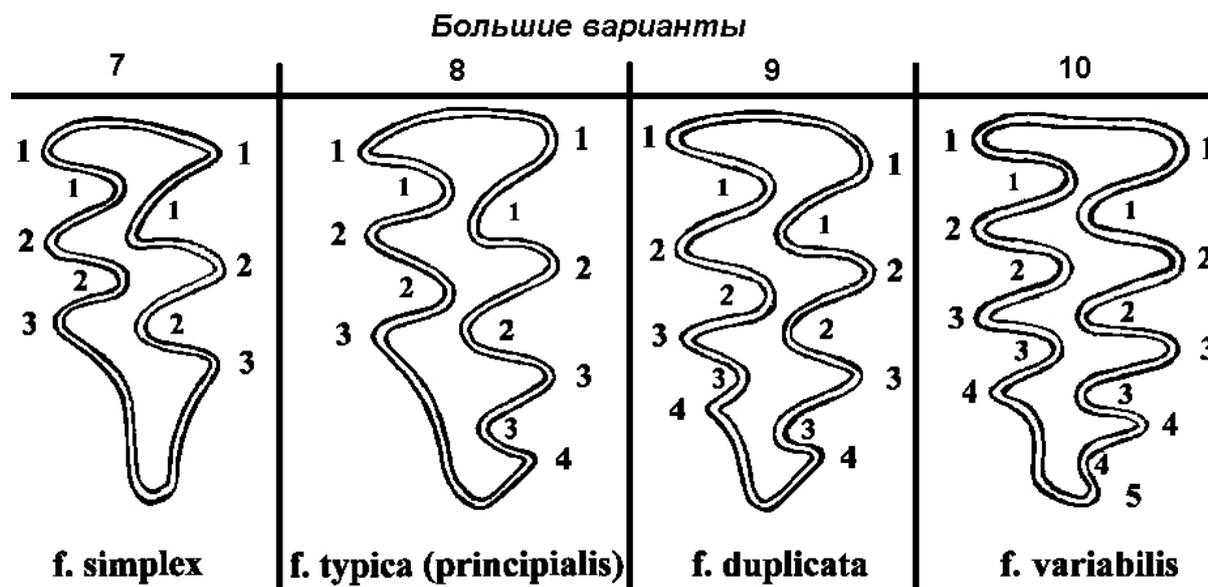


Рис. 1. Разноска изображений рисунка жевательной поверхности зубов по большим вариантам на примере фен  $M^3$  (над каждым изображением зуба расположено число, обозначающее соответствующий большой вариант)

Поскольку существуют реальные большие варианты, а также известно минимально и максимально возможное количество входящих углов для каждого большого варианта, то, опираясь на данные реализованные ограничения, можно вычислить все возможные комбинации выступающих и входящих углов (St малых вариантов) (рис. 2).

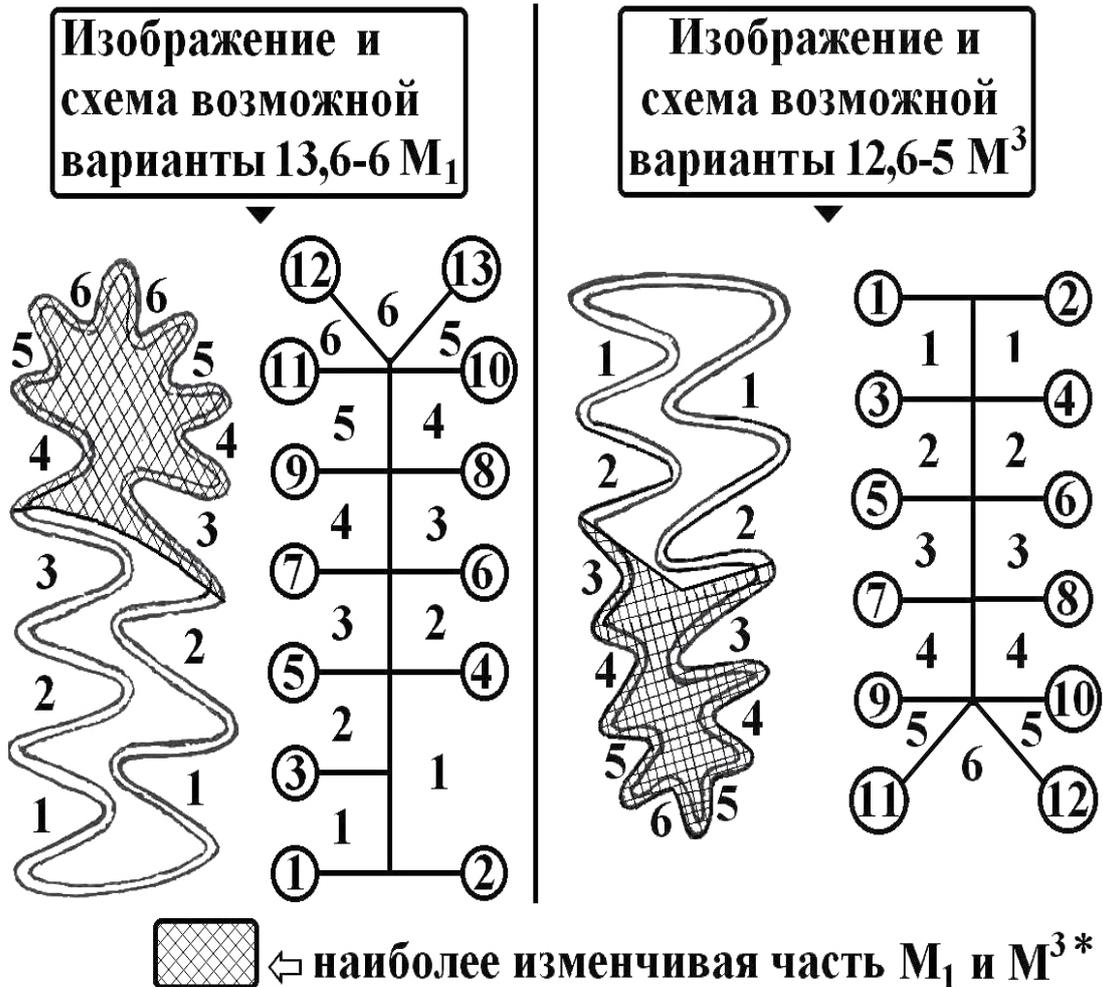


Рис. 2. Изображения (слева) и схемы (справа) возможных вариантов с наибольшим количеством входящих и выступающих углов для жевательной поверхности M<sub>1</sub> и M<sup>3</sup> красных полевок (*M. rutilus*) (на схемах возможных вариантов числа, обозначающие выступающие углы, обведены окружностями. Заштрихованная та часть изображений (передней и задней непарных петель) где комбинации наличия и отсутствия выступающих и входящих углов использованы для расчёта спектров теоретически возможных вариантов (*theoretical spectrum – St*))

Примеры разности наблюдений по вариантам приведены на рис. 3. Под каждым изображением жевательной поверхности помещено обозначение соответствующего ему малого варианта. Каждое обозначение малого варианта включает в себя три числа. Число перед запятой (крайнее слева) обозначает количество всех выступающих углов. Это число, взятое отдельно, соответствует большому варианту. Два числа после запятой, разделенные прочерком, обозначают входящие углы. При этом число перед прочерком (слева) обозначает те из углов M<sub>1</sub>, которые подсчитывались с лингвальной стороны, а число после прочерка (справа) указывает те входящие углы, которые подсчитывались с лабиальной стороны. Для M<sup>3</sup> числа, обозначающие входящие углы с лингвальной и лабиальной сторон, «поменялись местами», поскольку поверхность зуба зеркально симметрична относительно M<sub>1</sub>. Ниже численного обозначения варианта расположена схема того же реального варианта. На схемах и на изображениях жевательной поверхности зубов (рис. 2–3) выступающие углы (числа) обведены окружностями. В случаях, когда на жевательной поверхности зуба не выражен входящий угол, на схеме между соседними выступающими углами проведена черта, «закрывающая» отсутствующий входящий угол.

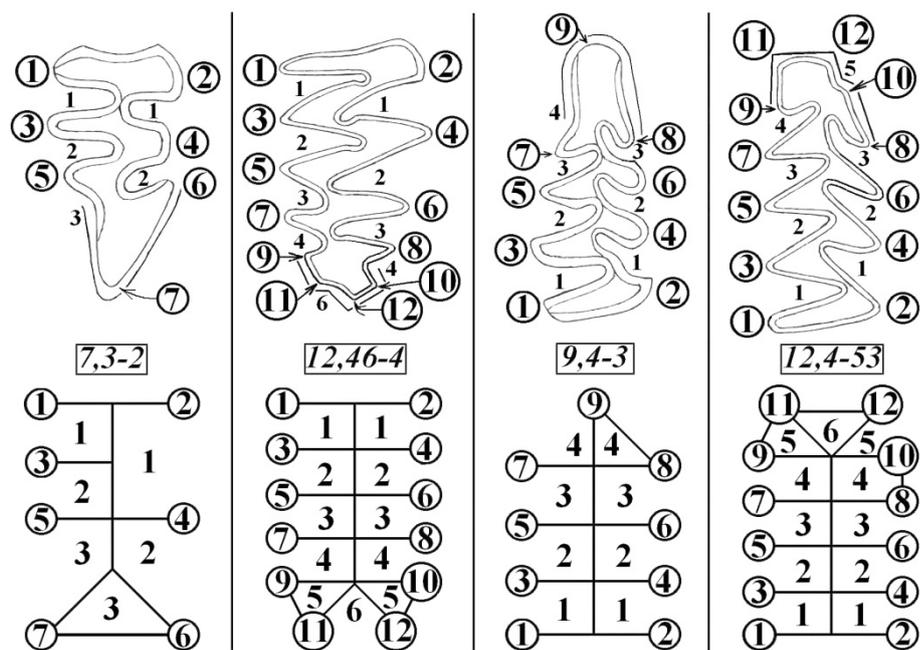


Рис. 3. Разноска наблюдений жевательной поверхности зубов по вариантам углов на примере четырёх изображений реальных зубов сахалинских красных полевков (*M. rutilus*) и схем вариантов углов  $M_1$  и  $M^3$  (на каждом изображении жевательной поверхности проведена черта вдоль того участка передней и задней непарных петель  $M_1$  и  $M^3$  на котором отмечались углы без учёта их выраженности)

**Результаты исследований и их обсуждение.** Общее количество реальных больших вариантов (Sr) зубов  $M_1$  и  $M^3$  равно шести для каждого. Для  $M_1$  это 8, 9, 10, 11, 12, 13 – большие варианты. Для  $M^3$  это 7, 8, 9, 10, 11, 12 – большие варианты. Общее количество теоретически возможных малых вариантов (St)  $M_1$  и  $M^3$  равняется 220 для каждого (табл. 1–2).

Таблица 1  
Спектр теоретически возможных малых вариантов (the oretical spectrum – St)  $M_1$  лесных полевков (*Myodes*)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	13,3-6	13,36-6	13,35-6	13,356-6	13,4-6	13,46-6	13,5-6	13,6-6
	13,3-6542	13,36-6542	13,35-6542	13,356-6542	13,4-6542	13,46-6542	13,5-6542	13,6-6542
	13,3-653	13,36-653	13,35-653	13,356-653	13,4-653	13,46-653	13,5-653	13,6-653
	13,3-652	13,36-652	13,35-652	13,356-652	13,4-652	13,46-652	13,5-652	13,6-652
	13,3-64	13,36-64	13,35-64	13,356-64	13,4-64	13,46-64	13,5-64	13,6-64
	13,3-642	13,36-642	13,35-642	13,356-642	13,4-642	13,46-642	13,5-642	13,6-642
	13,3-63	13,36-63	13,35-63	13,356-63	13,4-63	13,46-63	13,5-63	13,6-63
	13,3-62	13,36-62	13,35-62	13,356-62	13,4-62	13,46-62	13,5-62	13,6-62
	13,3-5	13,36-5	13,35-5	13,356-5	13,4-5	13,46-5	13,5-5	13,6-5
	13,3-542	13,36-542	13,35-542	13,356-542	13,4-542	13,46-542	13,5-542	13,6-542
	13,3-53	13,36-53	13,35-53	13,356-53	13,4-53	13,46-53	13,5-53	13,6-53
	13,3-52	13,36-52	13,35-52	13,356-52	13,4-52	13,46-52	13,5-52	13,6-52
	13,3-4	13,36-4	13,35-4	13,356-4	13,4-4	13,46-4	13,5-4	13,6-4
	13,3-42	13,36-42	13,35-42	13,356-42	13,4-42	13,46-42	13,5-42	13,6-42
	13,3-3	13,36-3	13,35-3	13,356-3	13,4-3	13,46-3	13,5-3	13,6-3
	13,3-2	13,36-2	13,35-2	13,356-2	13,4-2	13,46-2	13,5-2	13,6-2

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	12,3-5	12,36-5	12,35-5	12,356-5	12,4-5	12,46-5	12,5-5	12,6-5
	12,3-542	12,36-542	12,35-542	12,356-542	12,4-542	12,46-542	12,5-542	12,6-542
	12,3-53	12,36-53	12,35-53	12,356-53	12,4-53	12,46-53	12,5-53	12,6-53
	12,3-52	12,36-52	12,35-52	12,356-52	12,4-52	12,46-52	12,5-52	12,6-52
	12,3-4	12,36-4	12,35-4	12,356-4	12,4-4	12,46-4	12,5-4	12,6-4
	12,3-42	12,36-42	12,35-42	12,356-42	12,4-42	12,46-42	12,5-42	12,6-42
	12,3-3	12,36-3	12,35-3	12,356-3	12,4-3	12,46-3	12,5-3	12,6-3
	12,3-2	12,36-2	12,35-2	12,356-2	12,4-2	12,46-2	12,5-2	12,6-2
11	11,3-4	11,3-5	11,35-4	11,35-5	11,4-4	11,4-5	11,5-4	11,5-5
	11,3-42	11,3-542	11,35-42	11,35-542	11,4-42	11,4-542	11,5-42	11,5-542
	11,3-3	11,3-53	11,35-3	11,35-53	11,4-3	11,4-53	11,5-3	11,5-53
	11,3-2	11,3-52	11,35-2	11,35-52	11,4-2	11,4-52	11,5-2	11,5-52
10	10,3-3	10,3-4	10,35-3	10,35-4	10,4-3	10,4-4	10,5-3	10,5-4
	10,3-2	10,3-42	10,35-2	10,35-42	10,4-2	10,4-42	10,5-2	10,5-42
9	9,3-2	9,3-3	9,3-42	9,3-4	9,4-2	9,4-3	9,4-42	9,4-4
8	8,3-2	8,3-3	8,4-2	8,4-3				

Примечание. По левому краю таблицы расположены обозначения реальных больших вариантов. Жирным выделены реальные малые варианты (Sr – real spectrum) M<sub>1</sub> у красных полевок (M. rutilus) с острова Сахалин.

Таблица 2

Спектр теоретически возможных малых вариантов (the oretical spectrum – St) M<sup>3</sup> лесных полевок (Myodes)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	12,26-5	12,256-5	12,246-5	12,2456-5	12,36-5	12,356-5	12,46-5	12,6-5
	12,26-542	12,256-542	12,246-542	12,2456-542	12,36-542	12,356-542	12,46-542	12,6-542
	12,26-53	12,256-53	12,246-53	12,2456-53	12,36-53	12,356-53	12,46-53	12,6-53
	12,26-52	12,256-52	12,246-52	12,2456-52	12,36-52	12,356-52	12,46-52	12,6-52
	12,26-4	12,256-4	12,246-4	12,2456-4	12,36-4	12,356-4	12,46-4	12,6-4
	12,26-42	12,256-42	12,246-42	12,2456-42	12,36-42	12,356-42	12,46-42	12,6-42
	12,26-3	12,256-3	12,246-3	12,2456-3	12,36-3	12,356-3	12,46-3	12,6-3
	12,26-2	12,256-2	12,246-2	12,2456-2	12,36-2	12,356-2	12,46-2	12,6-2
	12,2-5	12,25-5	12,24-5	12,245-5	12,3-5	12,35-5	12,4-5	12,5-5
	12,2-542	12,25-542	12,24-542	12,245-542	12,3-542	12,35-542	12,4-542	12,5-542
	12,2-53	12,25-53	12,24-53	12,245-53	12,3-53	12,35-53	12,4-53	12,5-53
	12,2-52	12,25-52	12,24-52	12,245-52	12,3-52	12,35-52	12,4-52	12,5-52
	12,2-4	12,25-4	12,24-4	12,245-4	12,3-4	12,35-4	12,4-4	12,5-4
	12,2-42	12,25-42	12,24-42	12,245-42	12,3-42	12,35-42	12,4-42	12,5-42
	12,2-3	12,25-3	12,24-3	12,245-3	12,3-3	12,35-3	12,4-3	12,5-3
12,2-2	12,25-2	12,24-2	12,245-2	12,3-2	12,35-2	12,4-2	12,5-2	
11	11,2-5	11,25-5	11,24-5	11,245-5	11,3-5	11,35-5	11,4-5	11,5-5
	11,2-542	11,25-542	11,24-542	11,245-542	11,3-542	11,35-542	11,4-542	11,5-542
	11,2-53	11,25-53	11,24-53	11,245-53	11,3-53	11,35-53	11,4-53	11,5-53
	11,2-52	11,25-52	11,24-52	11,245-52	11,3-52	11,35-52	11,4-52	11,5-52
	11,2-4	11,25-4	11,24-4	11,245-4	11,3-4	11,35-4	11,4-4	11,5-4
	11,2-42	11,25-42	11,24-42	11,245-42	11,3-42	11,35-42	11,4-42	11,5-42
	11,2-3	11,25-3	11,24-3	11,245-3	11,3-3	11,35-3	11,4-3	11,5-3
	11,2-2	11,25-2	11,24-2	11,245-2	11,3-2	11,35-2	11,4-2	11,5-2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	10,2-4	10,25-4	10,24-4	10,245-4	10,3-4	10,35-4	10,4-4	10,5-4
	10,2-42	10,25-42	10,24-42	10,245-42	10,3-42	10,35-42	10,4-42	10,5-42
	10,2-3	10,25-3	10,24-3	10,245-3	10,3-3	10,35-3	10,4-3	10,5-3
	10,2-2	10,25-2	10,24-2	10,245-2	10,3-2	10,35-2	10,4-2	10,5-2
9	9,2-3	9,2-4	9,24-3	9,24-4	9,3-3	9,3-4	9,4-3	9,4-4
	9,2-2	9,2-42	9,24-2	9,24-42	9,3-2	9,3-42	9,4-2	9,4-42
8	8,2-2	8,2-3	8,24-2	8,24-3	8,3-2	8,3-3	8,4-2	8,4-3
7	7,2-2	7,2-3	7,3-2	7,3-3				

Примечание. По левому краю таблицы расположены обозначения реальных больших вариантов. Жирным выделены реальные малые варианты (real spectrum – Sr)  $M^3$  у красных полёвок (*M. rutilus*) с острова Сахалин.

В 13 большом варианте  $M_1$  из 128 возможных малых вариантов реализовано 3;  
 в 12 большом варианте  $M_1$  из 64 возможных малых вариантов реализовано 8;  
 в 11 большом варианте  $M_1$  из 32 возможных малых вариантов реализовано 8;  
 в 10 большом варианте  $M_1$  из 16 возможных малых вариантов реализовано 4;  
 в 9 большом варианте  $M_1$  из 8 возможных малых вариантов реализовано 3;  
 в 8 большом варианте  $M_1$  из 4 возможных малых вариантов реализовано 3.

Таким образом, Sr  $M_1$  красных полёвок состоит из 29 реальных малых вариантов (рис. 4).

13	13,4-5	13,4-53	13,5-5					
	12,4-3	12,4-4	12,4-5	12,4-53	12,5-3	12,5-4	12,5-5	12,5-53
	11,4-3	11,4-4	11,4-5	11,4-53	11,5-3	11,5-4	11,5-5	11,5-53
10	10,3-3	10,4-3	10,4-4	10,5-3	10,5-4			
	9,3-3	9,4-3	9,4-4					
8	8,3-3	8,4-2	8,4-3					

Рис. 4. Изображения реальных зубов, представляющих реальный спектр малых вариантов (real spectrum – Sr)  $M_1$  сахалинских красных полёвок (*M. rutilus*)

В 12 большом варианте  $M^3$  из 128 возможных малых вариантов реализовано 5;  
 в 11 большом варианте  $M^3$  из 64 возможных малых вариантов реализовано 8;  
 в 10 большом варианте  $M^3$  из 32 возможных малых вариантов реализовано 7;  
 в 9 большом варианте  $M^3$  из 16 возможных малых вариантов реализовано 4;  
 в 8 большом варианте  $M^3$  из 8 возможных малых вариантов реализовано 3;  
 в 7 большом варианте  $M^3$  из 4 возможных малых вариантов реализовано 3.  
 Таким образом, Sr  $M^3$  красных полёвок состоит из 30 реальных малых вариантов (рис. 5).

12	12,4-4	12,46-4	12,46-53	12,5-4	12,6-4					
	11	11,3-4	11,3-5	11,4-3	11,4-4	11,4-5	11,4-53	11,5-3	11,5-4	
		10	10,3-3	10,3-4	10,35-4	10,4-3	10,4-4	10,5-3	10,5-4	
			9	9,3-3	9,3-4	9,4-3	9,4-4			
				8	8,2-3	8,3-3	8,4-2	8,4-3		
7	7,2-3	7,3-2								

Рис. 5. Изображения реальных зубов, представляющих реальный спектр малых вариантов (real spectrum – Sr)  $M^3$  сахалинских красных полёвок (*M. rutilus*)

На рис. 4–5 приведены изображения зубов как примеры реальных вариантов (Sr) присутствующих у *M. rutilus* Сахалина. По левому краю рис. 4–5 и в табл. 1–4 ранжированы сверху вниз по убыванию численные обозначения больших вариантов. На рис. 4–5 горизонтальные линии разделяют изображения реальных малых вариантов, которые входят в состав реальных больших вариантов от других. Изображения реальных малых вариантов в горизонтальных рядах ранжированы слева направо по возрастанию количества входящих углов.

Реальные спектры (Sr)  $M_1$  и  $M^3$  закономерно расположены в теоретических спектрах (St) и, чтобы очертить спектр наиболее вероятных малых вариантов (Sp), достаточно ввести следующие ограничения. При расчете Sp для  $M_1$  в качестве постоянных у 8, 9, 10 больших вариантов взять пять входящих углов – 1, 2, 3, расположенные с лингвальной стороны, и 1, 2 – углы с лабиальной стороны. У больших вариантов 11, 12, 13  $M_1$  взять как постоянные семь входящих углов (1, 2, 3, 4, расположенные с лингвальной стороны, и 1, 2, 3 – с лабиальной стороны). При расчете Sp для  $M^3$  у 7, 8, 9 больших вариантов использовать как постоянные четыре входящих угла – 1, 2, расположенные с лингвальной стороны, и 1, 2 – с лабиальной стороны. А у 10, 11, 12 больших вариантов  $M^3$  взять как постоянные шесть входящих углов – 1, 2, 3, расположенные с лингвальной стороны, и 1, 2, 3 углы, расположенные с лабиальной стороны. Составленные сокращенные спектры (Sp) для  $M_1$  и  $M^3$  содержат по 84 малых вариантов каждый (табл. 3).

Таблица 3

**Спектр наиболее вероятных малых вариантов (possible spectrum – Sp) для  $M_1$  и  $M^3$  красных полевок (*M. rutilus*)**

Sp $M_1$								
13	13,4-5	13,4-6	13,46-5	13,46-6	13,5-5	13,5-6	13,6-5	13,6-6
	13,4-53	13,4-653	13,46-53	13,46-653	13,5-53	13,5-653	13,6-53	13,6-653
	13,4-4	13,4-64	13,46-4	13,46-64	13,5-4	13,5-64	13,6-4	13,6-64
	13,4-3	13,4-63	13,46-3	13,46-63	13,5-3	13,5-63	13,6-3	13,6-63
12	12,4-4	12,4-5	12,46-4	12,46-5	12,5-4	12,5-5	12,6-4	12,6-5
	12,4-3	12,4-53	12,46-3	12,46-53	12,5-3	12,5-53	12,6-3	12,6-53
11	11,4-3	11,4-4	11,4-53	11,4-5	11,5-3	11,5-4	11,5-53	11,5-5
10	10,3-3	10,3-4	10,35-3	10,35-4	10,4-3	10,4-4	10,5-3	10,5-4
	10,3-2	10,3-42	10,35-2	10,35-42	10,4-2	10,4-42	10,5-2	10,5-42
9	9,3-2	9,3-3	9,3-42	9,3-4	9,4-2	9,4-3	9,4-42	9,4-4
8	8,3-2	8,3-3	8,4-2	8,4-3				
Sp $M^3$								
12	12,3-5	12,36-5	12,35-5	12,356-5	12,4-5	12,46-5	12,5-5	12,6-5
	12,3-53	12,36-53	12,35-53	12,356-53	12,4-53	12,46-53	12,5-53	12,6-53
	12,3-4	12,36-4	12,35-4	12,356-4	12,4-4	12,46-4	12,5-4	12,6-4
	12,3-3	12,36-3	12,35-3	12,356-3	12,4-3	12,46-3	12,5-3	12,6-3
11	11,3-4	11,3-5	11,35-4	11,35-5	11,4-4	11,4-5	11,5-4	11,5-5
	11,3-3	11,3-53	11,35-3	11,35-53	11,4-3	11,4-53	11,5-3	11,5-53
10	10,3-3	10,3-4	10,35-3	10,35-4	10,4-3	10,4-4	10,5-3	10,5-4
9	9,2-3	9,2-4	9,24-3	9,24-4	9,3-3	9,3-4	9,4-3	9,4-4
	9,2-2	9,2-42	9,24-2	9,24-42	9,3-2	9,3-42	9,4-2	9,4-42
8	8,2-2	8,2-3	8,24-2	8,24-3	8,3-2	8,3-3	8,4-2	8,4-3
7	7,2-2	7,2-3	7,3-2	7,3-3				

Примечание. По левому краю таблицы расположены обозначения реальных больших вариантов. Жирным выделены реальные малые варианты (real spectrum – Sr)  $M_1$  у красных полевок (*M. rutilus*) с острова Сахалин.

Известно, что  $M_1$  и  $M^3$  красно-серой полевки (*Myodes rufocanus*) имеют морфотипические отличия от таковых у зубов красной полевки. При этом встречаются вариации рисунка жевательной поверхности, одинаковые для этих видов. Зачастую это вносит путаницу при идентификации видов. Однако видовую принадлежность особей этих морфологически близких видов можно точно определять, поскольку красные полёвки хорошо отличаются по длине зубного ряда от красно-серых и шикотанских полевков (*Myodes sikotanensis*), обитающих на Сахалине [5]. При практических исследованиях (в полевых условиях), когда необходимо срочное определение материала полученного в регионах Дальнего Востока, красных полёвок можно определять по длине зубного ряда. Однако этот метод не может быть применим в местах совместного обитания красной полёвки с другими видами рода лесных полёвок. К примеру, ареалы красно-серой и красной полёвок к западу от Енисея перекрываются с ареалом рыжей полёвки (*Myodes glareolus*), которую нельзя отличить по длине зубного ряда от этих видов.

В исследованном материале у  $M_1$  и  $M^3$  красных полёвок найдено сходное количество реальных вариантов, но нет полного совпадения вариантов между  $M_1$  и  $M^3$  из-за разницы в количестве выступающих и входящих углов. Если рассматривать вариационные ряды зубов  $M_1$  и  $M^3$  заметно, что большие варианты  $M_1$  (8, 9, 10, 11, 12, 13) отличаются от больших вариантов  $M^3$  (7, 8, 9, 10, 11, 12) лишь на 1 выступающий угол. Таким образом, вариация  $M_1$  на один угол «сдвинута в координатах чисел» относительно вариации  $M^3$ . К тому же у  $M_1$  и  $M^3$  наблюдается сходное распределение количества реальных малых вариантов между реализованными большими вариантами. При этом спектр реальных малых вариантов (Sr) обоих зубов весьма сходно располагается в St. Выявленное закономерное сходство жевательной поверхности  $M_1$  и  $M^3$ , выраженное в наличии пределов размаха изменчивости углов этих моляров, позволило рассчитать аналогичные Sp по 84 малых варианта для  $M_1$  и  $M^3$ .

При большом объёме фактического материала (1838  $M_1$  и 1846  $M^3$ ) исключено случайное сходство размаха изменчивости  $M_1$  и  $M^3$ . Поэтому при увеличении объёма выборок  $M_1$  и  $M^3$  результат не выйдет за рамки выявленных закономерностей.

**Заключение.** Исходя из реально существующих лимитов изменчивости признаков (входящих и выступающих углов), рассчитаны спектры теоретически возможных вариантов строения (всех возможных комбинаций признаков) жевательной поверхности первого нижнего ( $M_1$ ) и третьего верхнего ( $M^3$ ) моляров для рода лесных полёвок (*Myodes*). Спектры теоретически ожидаемой максимальной изменчивости (St) как для  $M_1$ , так и для  $M^3$ , содержат по 220 малых вариантов.

Суммарный спектр реальной изменчивости (Sr) зубов составлен по сборам черепов красных полёвок на большом фактическом материале из разных природных популяций острова Сахалин. Реальный спектр (Sr)  $M_1$  (при  $n=1838$ ) содержит шесть больших вариантов и 29 малых вариантов. Sr  $M^3$  (при  $n=1846$ ) содержит шесть больших вариантов и 30 малых вариантов.

Таким образом, для изученных разноимённых зубов ( $M_1$  и  $M^3$ ) найдены общие закономерности качеств изменчивости: во-первых, теоретический спектр изменчивости (St) моляров в семь раз превышает реальный спектр (Sr); во-вторых, поскольку у  $M_1$  и  $M^3$  реализовано сходное количество реальных вариантов. И при этом спектр реальных вариантов (Sr) обоих зубов весьма сходно располагаются в St (сходно ограничены диапазоны изменчивости). Можно констатировать, что у  $M_1$  и  $M^3$  проявляется сходный размах и характер реальной изменчивости (Sr).

Найденное закономерно ограниченное размещение Sr в St позволило очертить спектры (Sp), содержащие по 84 наиболее вероятных малых вариантов для  $M_1$  и  $M^3$  каждый.

### Литература

1. Большаков В.Н., Васильева И.А., Малеева А.Г. Морфотипическая изменчивость зубов полёвок. – М.: Наука, 1980. – 139 с.
2. Бородин А.В., Коурова Т.П., Маркова Е.А. Размерные характеристики щёчных зубов лесных полёвок *Clethrionomys (Craseomys) rufocanus*, *Cl. (Clethrionomys) glareolus*, *Cl. (Cl.) rutilus* (Arvicolinae, Rodentia) и их использование для видовой идентификации // Зоол. журн. – 2005. – Т. 84. – № 2. – С. 236–244.
3. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. – Л.: Наука, 1987. – С. 10–22.
4. Донченко И.В. Использование длины зубного ряда для идентификации видов лесных полёвок (*Myodes*, *Cricetidae*), обитающих на Дальнем Востоке России // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сб. науч. тр. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2006. – Вып. 9. – С. 203–206.
5. Коваленко Е.Е. Анализ изменчивости крестца Анига. Сообщение 1. Метод анализа изменчивости крестца бесхвостых амфибий // Зоол. журн. – 1996а. – Т. 75. – № 1. – С. 53–66.

6. Коваленко Е.Е. Анализ изменчивости крестца Anura. Изменчивость крестца у представителей рода Rana // Зоол. журн. – 1996б. – Т. 75. – № 2. – С. 222–236.
7. Павлинов И.Я. Систематика современных млекопитающих. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 279 с.
8. Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журн. общей биол. – 2002. – Т. 63. – № 6. – С. 473–493.
9. Rörig G., Börner C. Studien über das Gebiss mitteleuropäischer rezenter Mäuse // Arbeiten aus der Kaiserl. Biol. Anstalt f. Land-und Forstwirtschaft. – 1905. – Bd. 5. – № 2.



УДК 631.6

Г.И. Цугленок, Ю.В. Бадмаева

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОЛАНДШАФТОВ ПРИ ОРОШЕНИИ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮГА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*В статье приводятся проблемы экологической устойчивости агроландшафтов при орошении в степной зоне юга Красноярского края. Показано снижение урожайности сельскохозяйственных культур при вторичном засолении почв.*

**Ключевые слова:** негативные экологические последствия орошения, засоление почв, урожайность.

G.I. Tsuglenok, Yu.V. Badmaeva

### AGRICULTURAL LANDSCAPE ECOLOGICAL SUSTAINABILITY IN THE PROCESS OF IRRIGATION IN THE STEPPE ZONE IN THE KRASNOYARSK REGION SOUTH

*The issues of ecological sustainability of the agricultural landscapes in the process of irrigation in the steppe zone in the Krasnoyarsk region south are given in the article. Agricultural crop yield reduction in the process of secondary soil salinization is shown.*

**Key words:** negative ecological impacts of irrigation, soil salinization, crop yield.

---

Оросительные системы, предусматривающие природоохранные мероприятия, с высоким техническим уровнем регулирования влажности почвы создаются при освоении и упорядочении использования в сельском хозяйстве небольших по размеру площадей, на которых природные ресурсы, кроме земельно-водных, ограничены. Возможные природоохранные мероприятия при создании таких мелиоративных систем: орошение мелиорируемых и прилегающих к ним земель разбавленными дренажными водами; создание лесных посадок и лесных полос для поселения полезных птиц с целью активизации биологической борьбы с вредителями культурных растений и снижения доз и частоты применения ядохимикатов; устройство водооборотных систем для более полного использования водных ресурсов и предупреждения загрязнения малых рек дренажным расходом; создание переувлажненных саморегулирующихся или управляемых экологических систем на землях, не используемых в сельском хозяйстве (искусственное заболачивание), для болотных флоры и фауны; проведение культуртехнических работ, учитывающих облагораживание естественных и создание искусственных ландшафтов. При этом должно быть учтено принципиальное положение о единстве агроландшафта, где имеет место мелиоративная (оросительная) система, об их диалектическом единстве и взаимовлиянии с тем, чтобы обеспечить экологическую устойчивость [1]. Основными принципами при этом должны быть:

- достаточность мелиоративного воздействия для достижения экономических целей;
- принцип «не навреди» – экологическая разумность действий и мелиоративных приемов, способных на фоне получения экономической выгоды сохранить плодородие почвы, чистоту водных источников, полей орошения и получение экологически чистой продукции.

Экологически совершенные мелиоративные, гипотетические мелиоративные системы, в которых природоохранные и антропогенные элементы находятся в оптимальном соотношении. Создание таких систем – одна из важнейших задач мелиоративной науки и практики. На современном этапе мелиоративные

системы еще не являются экологически совершенными и не отвечают всем требованиям охраны природы, хотя и создаются на базе мелиоративных гидрологических изысканий и обосновывающих материалов с обязательной разработкой природоохранных мероприятий, подвергаются экологической экспертизе.

Для оценки потенциальной устойчивости геосистем при обосновании гидромелиораций целесообразно выделение факторов экологической опасности (слабая защищенность подземных вод от загрязнения, недостаточная естественная дренированность, наличие эрозии, засоленность и т.д.), определяющих возможность развития неблагоприятных процессов при техногенной нагрузке.

Мелиоративные воздействия должны обеспечивать смягчение неблагоприятных природных воздействий на мелиорируемый ландшафт путем формирования его новой структуры и функциональных свойств [2,4]. Таким образом, осуществляется природоохранное и природовосстанавливающее действие комплексных мелиораций. Создание требуемого мелиоративного режима в природном объекте обеспечивает поддержание заданной биопродуктивности агроландшафта, сохранение плодородия почвенного покрова и экологической устойчивости агрогеосистемы.

Круг экологических проблем, связанных с развитием ирригации, сегодня хорошо известен. Появление негативных последствий орошения (иригационная эрозия, засоление, осолонцевание), приведших к снижению плодородия орошаемых земель, обусловлено слабой изученностью территорий, отводимых под иригационные объекты, несоблюдением требований строительства и эксплуатации оросительных систем (ОС), отсутствием агротехнологий, адаптированных к природным условиям орошаемого массива, высокоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур, несовершенством поливной техники.

Степень проявления экологических последствий орошения определяется исходным состоянием почв, качеством оросительной воды, режимом орошения, уровнем агротехнологий. Поэтому весь комплекс мероприятий по предотвращению негативных последствий орошения нужно строить с учетом этих факторов. В основу их разработки должно быть положено сохранение автоморфности почв при орошении. Только при выполнении этого требования возможно сохранение уникальных почв степной зоны (черноземов и каштановых).

В лесостепной зоне Средней Сибири на основной площади развиты обыкновенные и выщелоченные черноземы, в комплексе с теми и другими встречаются черноземы солончаковатые глубокозасоленные.

Орошаемые земли с неблагоприятными мелиоративными условиями сосредоточены в зоне лесостепи с характерными волнисто-пологонаклонными равнинами с абсолютными отметками 360–500 м и относительными превышениями от 2 до 30 м. Подстилающие породы – элювиально-делювиальные суглинки, глины, озерные глины и суглинки, реже – пески и супеси. Грунтовые воды на повышенных элементах рельефа расположены на глубине 50 м и более, не засолены. С понижением рельефа уровень грунтовых вод повышается до 1,5–2 м, по химизму – от незасоленных до слабоминерализованных. Основные типы почв – черноземы обыкновенные и черноземы выщелоченные разной степени эродированности. Среди них встречаются черноземы обыкновенные глубокозасоленные, тип засоления – сульфатно-магниевый, глубина залегания солевого горизонта – 100 см; черноземы обыкновенные глубокосолончаковатые, тип засоления – сульфатный, глубина залегания солевого горизонта – 70–100 см, глубина залегания грунтовых вод – от 18 до 50 м; черноземы обыкновенные солончаковатые, тип засоления – сульфатный, глубина залегания солевого горизонта – 30–70 см, грунтовые воды расположены на глубине 5–15 м, располагаются на равнинных участках межуэстовых долин; черноземы обыкновенные солончаковые, тип засоления – содовый, хлоридно-сульфатно-натриевый, средней и сильной степени, солевой горизонт залегает с глубины 0–30 см, грунтовые воды расположены на глубине 5–15 м слабо- и среднеминерализованы, приурочены к поймам рек и ручьев; лугово-черноземно-солончаково-солонцеватые, тип засоления – сульфатный, сульфатно-натриевый, степень засоления – от средней до очень сильной, засоление с глубины 0–30 см, грунтовые воды залегают на глубине 1–5 м, приурочены к поймам рек и ручьев; солончаки, тип засоления – сульфатный, сульфатно-содовый, степень засоления – сильная и очень сильная, засоление с поверхности почвы, грунтовые воды залегают на глубине 1–5 м, минерализованы. Отдельными массивами встречаются лугово-черноземные солонцеватые почвы и солонцы. Удельный вес почв с неблагоприятной мелиоративной обстановкой составляет в орошаемых массивах 27 % площадей.

По данным почвенного обследования, на накопление солей в почвах в одной и той же зоне большое влияние оказывает рельеф и дренированность территории. Сильнозасоленные почвы приурочены к различного рода депрессиям, где грунтовые воды находятся близко к поверхности.

Природные условия зоны открытой (остепненной) южной лесостепи, где расположены земли Новоселовской оросительной системы, определяются ее положением в центре азиатского материка, что обуславливает резкую континентальность климата с суровой зимой, жарким летом, недостаточным количеством осадков, сезонными периодами сильных ветров строгой направленности. Хотя на теплый период приходится около 80 % годовых осадков, из-за высоких температур и сильных ветров, для почв характерен значитель-

ный водный дефицит. Влага, образующаяся при таянии снегов, существенно не влияет на влагозапасы, так как таяние происходит при глубокопромерзающей почве, и основная часть воды стекает или испаряется. Пополнение грунтовых вод при снеготаянии возможно только в пониженном рельефе [3].

Благодаря особенностям рельефа, основная часть территории имеет хороший естественный дренаж и глубокое залегание грунтовых вод. Рельеф и климатические условия определяют, за небольшим исключением, формирование автоморфных почв и характер водно-солевого режима.

В процессе изучения солевого режима почв было исследовано влияние степени и глубины засоления на урожайность. В качестве испытуемой культуры была взята кукуруза как менее устойчивая к засолению. Изучение проводилось на богаре с почвенными условиями от солончака с очень сильным содово-сульфатным засолением. К солончаку с сильным сульфатно-содовым засолением, далее солончаковатой со слабой и средней хлоридно-содовой засоленностью и незасоленной черноземной почвой (от лугово-черноземной почвы до чернозема обыкновенного) в пределах от акватории оз. Толстый Мыс до 1/3 мульды межуэстовой складки по трансекте.

Следует отметить, что в полевом опыте нет возможности моделировать засоление почвы по строго заданным параметрам. По результатам нашего опыта можно судить о реакции растений на степень общего засоления и глубину залегания солевого горизонта.

На участке с очень сильным содово-сульфатным засолением ко времени появления полных всходов кукурузы на 1 м<sup>2</sup> насчитывалось в среднем 16 растений против 133 растений на участке с незасоленной почвой. С повышением среднесуточной температуры воздуха из-за интенсивного испарения влаги из почвы и дефицита воздушной влажности все культурные растения на первом участке (акватория оз. Толстый Мыс) погибли, а к уборке урожая поверхность поля была покрыта разрозненными куртинами галофитов из сем. *Amaranthaceae* и *Chenopodiaceae*.

На участке с очень сильнозасоленной почвой с содово-хлоридным типом засоления растения не дали всходов. На участке с сильно засоленной почвой (сульфатно-содовый тип засоления) растения кукурузы в течение всего вегетационного периода были угнетены. Урожайность зеленой массы составила 28 % в сравнении с незасоленной почвой, тогда как масса сорных растений (галофиты из сем. *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae* и *Lupinaceae*) по надземной массе в 2–2,5 раза превышала массу сорных растений на делянках, расположенных на мульде.

Слабое хлоридно-содовое, с глубины 25–30 см, а затем среднее содовое засоление с глубины более 40 см, не оказало существенного влияния на рост надземной системы и урожайность зеленой массы кукурузы по сравнению с участком с незасоленной почвой. Различия в урожайности находятся в пределах ошибки опыта.

Вместе с тем на участке, где почва с поверхности слабо засолена, а с глубины 10 см средnezасолена, потери урожая зеленой массы составляют почти 1/4 часть.

Следовательно, рост надземной системы малоустойчивой к засолению кукурузы зависит не только от степени засоления почвы, но и от глубины залегания засоленного горизонта. Для культур с мелким залеганием корневой системы для формирования урожая достаточно, чтобы верхний 30–40 см слой был не засолен. Систематические наблюдения за урожайностью многолетних трав (чистые посевы костреца безостого) подтверждают этот вывод; на черноземах обыкновенных незасоленных, солончаковатых и глубокозасоленных с сульфатным типом засоления различия в урожайности зеленой массы в течение 4 лет были в пределах ошибки опыта.

### Литература

1. Бадмаева С.Э., Струков Н.Т., Комарова В.М. Агрolandшафты на орошаемых землях Средней Сибири. – Красноярск, 2001. – 167 с.
2. Кирейчева Л.В., Белова И.В. Значение комплексных мелиораций для формирования продуктивного и устойчивого агрolandшафта // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 23–26.
3. Меркушева М.Г., Бадмаева С.Э., Убугунов Л.Л. Орошаемые почвы степных территорий Восточной Сибири. – Улан-Удэ, 2010. – 571 с.
4. Шабанов В.В. Теоретические основы комплексного мелиоративного регулирования // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 26–28.

**МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ИШИМ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

*В статье рассмотрены основные источники антропогенного влияния на реку Ишим на территории Казахстана, а также изучены основные гидробиологические показатели, на основании которых дается общая оценка экологического состояния реки на период до 2009 г. Анализ результатов свидетельствует об относительно удовлетворительном состоянии воды в реке Ишим.*

**Ключевые слова:** мониторинг, экология, рыба, река Ишим.

*N.K. Kobetaeva, S.E. Badmaeva*

**MONITORING OF THE SURFACE WATER ECOLOGICAL CONDITION ON THE EXAMPLE OF THE ISHIM RIVER ON THE REPUBLIC KAZAKHSTAN TERRITORY**

*The basic sources of anthropogenous influence on the Ishim river on the Kazakhstan territory are considered and the basic hydrobiological parameters on the basis of which the common estimation of the river ecological condition for the period up to 2009 is given are studied in the article. The result analysis testifies to rather satisfactory condition of the Ishim river water.*

**Key words:** monitoring, ecology, fish, the Ishim river.

---

Нормирование качества окружающей природной среды производится с целью установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранение генофонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. При этом под воздействием понимается антропогенная деятельность, связанная с реализацией экономических, рекреационных, культурных интересов и вносящая физические, химические, биологические изменения в природную среду.

Определенная таким образом цель подразумевает наложение граничных условий (нормативов) как на само воздействие, так и на факторы среды, отражающие и воздействие, и отклики экосистем. Принцип антропоцентризма верен и в отношении истории развития нормирования: значительно ранее прочих были установлены нормативы приемлемых для человека условий среды (прежде всего, производственной). Тем самым было положено начало работам в области санитарно-гигиенического нормирования. Однако человек не самый чувствительный из биологических видов, и принцип "Защищен человек – защищены и экосистемы", вообще говоря, неверен.

Экологическое нормирование предполагает учет так называемой допустимой нагрузки на экосистему. Допустимой считается такая нагрузка, под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений и, следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды. К настоящему времени известны лишь некоторые попытки учета нагрузки для растений суши и для сообществ водоемов рыбохозяйственного назначения. Как экологическое, так и санитарно-гигиеническое нормирование, основаны на знании эффектов, оказываемых разнообразными факторами воздействия на живые организмы.

Бурное развитие столицы Казахстана Астаны и инфраструктуры Акмолинской области, особенно районов, прилегающих к реке Ишим, требует строгого экологического мониторинга и систематической оценки экологического состояния реки.

**Цель исследований.** Проанализировать экологическое состояние реки Ишим на период 2006–2009 гг. в связи с возрастанием техногенной нагрузки на реку на территории Казахстана.

Река Ишим одна из значимых рек региона Евразии, относящаяся к системе реки Обь. Она берет начало в горах Нияз в Карагандинской области, протекает по территории Республики Казахстан, пересекает Тюменскую и часть Омской областей, где впадает в реку Иртыш, и которая в свою очередь впадает в Северный Ледовитый океан.

Длина реки 2450 км, это самый длинный в мире приток второго порядка. Площадь водосбора реки составляет 177 000 км<sup>2</sup>. Формирование стока Ишима происходит в пределах Казахского мелкосопочника.

Сток реки Ишим формируется почти исключительно за счет талых снеговых вод. Дождевые осадки в условиях жаркого лета и большой сухости почвогрунтов теряются на испарение и в стоке реки практического значения не имеют.

Территория бассейна характеризуется резкой континентальностью и аридностью климата, разнообразием рельефа почвообразующих пород, гидрогеологических условий.

Важнейшим фактором развития социально-экономического комплекса бассейна р. Ишим является активная хозяйственная деятельность по освоению полезных ископаемых с развитием отраслей тяжелой промышленности.

Водопотребление в бассейне осуществляется на нужды сельского хозяйства, куда входит орошаемое земледелие, сельскохозяйственное водоснабжение сельских населенных пунктов и обводнение пастбищ.

Рыбное хозяйство в бассейне занимает вспомогательную роль в обеспечении продуктами питания населения. Объем воды забираемой отраслью невелик и составляет порядка 2,5 % [1].

Основными антропогенными загрязнителями реки являются населенные пункты и промышленные предприятия, находящиеся в их водосборной площади. Другим фактором, влияющим на ухудшение качества воды, является площадной смыв пахотных земель, находящихся в водосборе.

К антропогенным загрязнителям бассейна реки Ишим в пределах г. Астаны можно отнести:

- сельскохозяйственные объекты;
- неочищенные сбросы промышленных предприятий и ливневые сточные воды с селитебных территорий, поступающие непосредственно в водные объекты в местах их выпуска;
- накопители городских и промышленных сточных вод, из которых загрязняющие вещества мигрируют в поверхностные воды с грунтовыми (дренажными) водами;
- накопители промышленных отходов (в основном золоотвалы ТЭЦ), из которых загрязняющие вещества поступают в водные объекты, преимущественно через грунтовые воды и частично с поверхностным стоком дождевых и талых вод [2].

С каждым годом увеличивается и антропогенная нагрузка, оказываемая на реку городом Астана. Часть загрязняющих веществ поступает в реку от купающихся и рыболовов, число которых с каждым годом также растет.

Наиболее крупными водопотребителями из реки Ишим на территории Казахстана являются АО «Петропавл СУ», РГП «Есиль СУ», ТОО «Аксесс-Энерго ПТЭЦ-2», ТОО «Реггорайлоузк Таппегу» и РГКП «Петропавловский рыбопитомник», ОАО «Астанаэнергосервис» СП ТЭЦ-1, ОАО «Астанаэнергосервис» СП ТЭЦ-2, ТОО «Сагжан», АО «Жамбылдорстрой», ТОО «Концерн Акмола-Астык», осуществляющих водозабор непосредственно из поверхностных водных объектов.

Основной объем водоотведения приходится на АО «Петропавл СУ», РГП «Есиль СУ» и ТОО «Аксесс-Энерго ПТЭЦ-2», «Астанаэнергосервис» СП ТЭЦ-1, ОАО «Астанаэнергосервис» СП ТЭЦ-2. В целях предотвращения загрязнения водных ресурсов и недопущения качественного ухудшения вод водоотведение предприятия осуществляется в соответствии с нормативами ПДС. Общий объем сброса промышленных сточных вод ТОО «Аксесс-Энерго ПТЭЦ-2» (нормативно чистые) в 2008 году составил 2040 тыс. м<sup>3</sup>. Предприятием, осуществляющим приём, очистку и сброс хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, является АО «Петропавл СУ».

Судоходство на реке развито слабо. На верхнем изолированном участке протяжением 55 км река эксплуатируется Казахстаном. На этом участке производится перевозка минерально-строительных грузов из карьеров в г. Петропавловск.

Анализ качественных характеристик поверхностных вод бассейна реки Ишим в пределах города Астаны за 2002–2009 годы показал, что по уровню загрязнения водные ресурсы можно охарактеризовать так: р. Ишим относится ко второму классу – чистая (ИЗВ изменялось в пределах 0,8–0,7), ее притоки р. Ак-Булак – ко второму классу – чистая (ИЗВ 1,0–0,9), р. Сары-Булак – к третьему классу умеренно загрязненная (ИЗВ 1 – 11,3). Общего ухудшения качества воды пока не произошло [3].

Однако в 2008 году в пробах воды фиксировалось повышенное содержание железа, цинка, сульфатов, кремния, меди, ртути, синтетических детергентов, нефтепродуктов. Среднегодовая концентрация железа составила порядка 0,29 мг/л (2,9 ПДК), максимальная 0,85 мг/л (8,5 ПДК), максимальные концентрации цинка наблюдались в паводковый период – 70,7 мкг/л (7,1 ПДК). Кроме того, в паводок наблюдались случаи превышения ПДК по БПК<sub>5</sub>, азоту нитритному, азоту аммонийному.

В основном загрязняющие вещества, превышающие ПДК, сосредоточены в створе № 5 п. Коктал, находящийся ниже по течению р. Ишим. Река Сары-Булак, являясь правым притоком р. Ишим, также оказывает значительное влияние на химический состав воды в реке, особенно в паводок. Содержание нефтепро-

дуктов более высокое в черте г. Астаны, что связано с большим количеством передвижных источников загрязнения и загрязнения, поступающих из селитебных зон города. При этом, несмотря на все факты оказываемого на бассейн р. Ишим антропогенного воздействия, проводимый ежегодно анализ качества воды из реки показывает, что в настоящее время водоем справляется с оказываемой на него нагрузкой.

Экологическая оценка состояния реки Ишим в районе г. Астана по гидробиологическим показателям [4] включает сведения о качественном и количественном составе, населяющих водоем гидробионтов, их видовом разнообразии, а также результаты сапробиологического анализа, которые обобщены в табл. 1. Оценка экологического состояния проводилась в соответствии с рекомендациями, изложенными в «Критериях оценки экологической обстановки» (1992) [5]. Было идентифицировано 70 видов водорослей фитопланктона [6]. На долю диатомовых водорослей приходится 70 % (49 видов), зеленых водорослей 25,71 % (18 видов), синезеленых водорослей 4,29 % (3 вида). Водоросли, доминирующие на разных участках реки *synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., *Rhoicosphenia curvata* (Kutz.) Grun., *Navicula exigua* (Greg.) J. Mull., *Girosigma balticum* (Ehr.) Rabenh., *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun., *Cymbella lanceolata* (Ehr.) V.H., *Gomphonema constrictum* Ehr.

По соотношению численности к биомассе можно было заключить, что наибольшей продуктивностью как и видовым разнообразием в реке отличаются диатомовые водоросли, у которых наименьшее отношение числа клеток к биомассе.

В целом вычисление сапробности на изученных пунктах соответствует (3-мезасапробной зоне. Но возрастание сапробности водоема от 8=1,94 выше города до 2,44 – ниже города свидетельствует о возрастании органического загрязнения и чувствительности водорослей к этому загрязнению.

Таблица 1

Гидробиологические показатели реки Ишим на период 2006–2009 гг.

Показатель	Параметр	Экологическое состояние
Фитопланктон	Естественное развитие	Относительно
Среднесезонная биомасса фитопланктона, г/м <sup>3</sup>	0,51	Удовлетворительное
Индекс сапробности водоема	2,44	Относительно удовлетворительное
Зоопланктон	Естественное развитие	Относительно удовлетворительное
Зообентос	Естественное развитие донных организмов на региональном уровне. Отсутствие резкого сокращения численности, биомассы и разнообразия донных животных в бентали	Относительно удовлетворительное
Биотический индекс Вудивисса (бенталь)	4	Относительно удовлетворительное
Ихтиофауна	Сохранение естественного состояния	Относительно удовлетворительно
Заболываемость рыб	Признаки отсутствуют	Относительно удовлетворительно

Перифитонное сообщество характеризовалось богатым видовым составом. Доминировали диатомовые водоросли, наиболее часто были встречены виды родов *Navicula*, *Nitzschia*, *Diatoma*, *Synedra*, *Gomphonema*. Частота встречаемости зеленых водорослей была ниже. Наименьшую плотность составили синезеленые и прочие водоросли. В пробах доминировали бета-мезосапробные организмы, поэтому качество воды по показателям перифитона соответствует третьему классу умеренно загрязненных вод.

Зоопланктон представлен ветвистоусыми, веслоногими рачками и коловратками. Наиболее распространенными видами являлись *Cyclops strenuous*, *Eucyclops serrulatus*, *Keratella*, *cochlearis*. Видовой и количественный состав зоопланктона в исследуемый период развивался неравномерно. В мае месяце наибольшая численность была в створе (1,0 км ниже сброса сточных вод) – 6,0 тыс. экз<sup>3</sup>м, биомасса составила 78,5 мг/м<sup>3</sup>. Летний зоопланктон характеризовался низким видовым разнообразием. Преобладали веслоногие рачки и коловратки [7].

Основное видовое разнообразие бентосных организмов составляли моллюски, ручейники. Пиявки и хирономиды присутствовали в относительно меньшем количестве. В целом бентосные организмы относились к альфа-бета-мезасапробной группе, поэтому по состоянию бентоса дно реки оценивается как умеренно загрязненное.

Состав бактериопланктона и его численность соответствуют мезотрофному водоему (табл. 2). Выявлены индикаторные бактерии. По показателям общей численности сапрофитных бактерий вода в реке летом характеризовалась содержанием таких родов, как *Micrococcus* sp., *Xantomonus* sp., *Flavobacter* sp. В реке протекает активное самоочищение от нетипичных бактерий за счет антагонистов (бактерий-хищников). В придонном слое выявляются клетки спорообразующих сапрофитных бактерий рода *Bacillus* (*B. cerus.*, *B. Megabacterium*) и др. Кишечная палочка выделяется в основном в нормативно-допустимых количествах.

Таблица 2

**Численность и биомасса бактериопланктона в реке Ишим**

Показатель	Весна	Лето	Осень	Среднее значение
Численность, тыс. кл.мл: в поверхностном слое	560	582	820	646
в придонном слое	500	420	640	
Биомасса, мг/мл: в поверхностном слое	0,28	0,24	0,37	0,26
в придонном слое	0,23	0,20	0,26	
Количество сапрофитных бактерий, тыс. кл.мл: в поверхностном слое	400	600	700	557
в придонном слое	560	680	400	

По показателям общего количества бактериопланктона и численности сапрофитных бактерий река характеризуется относительно удовлетворительным состоянием. Фауна рыб реки Ишим представлена в основном 18 видами (табл. 3): *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Gymnocephalus cernuus*, *Stizostedion lucioperca*, *Lota lota*, *Cyprinus carpio* L. (каrp и сазан), *Tinea tinea*, *Carassius auratus gibelio*, *Carassius carassius*, *Abramus brama*, *Leuciscus idus*, *Rutilus rutilus*, *Phoxinus phoxinus*, *Gobio gobio*, *Coregonus peled*, *Coregonus Lavaretus* L., *Leuciscus Leuciscus leuciscus kirgisorum*. Выраженных специфических патологических изменений, хронических заболеваний, связанных с загрязнением водоема, у рыб не обнаружено. Интенсивность и экстенсивность развития паразитофауны находится в удовлетворительном состоянии. Из паразитофауны единично встречаются представители рода *Dactylogyrus*, *Nematoda*, *Myxosporidia* у карася, *Acanthocaphala*, *Trematoda* и *Cestoda* у окуня, *Ligula intestinalis* у плотвы.

В целом видовое разнообразие рыбного населения, присутствие требовательных к чистоте водоема рыб, например, ельца, свидетельствует об относительно благополучном экологическом состоянии водоема.

Таблица 3

**Показатели ихтиофауны реки Ишим**

Показатель	В среднем за весенне-летний период
1	2
Размерный состав, см: колебание среднее	0,85–26,32 3,24±1,32

Окончание табл. 3

1	2
видовой состав	18
соотношение видов, %	
щука обыкновенная ( <i>Esox lucius</i> )	5,6
окунь обыкновенный ( <i>Perca fluviatilis</i> )	8,4
ерш обыкновенный – <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus)	8,4
судак обыкновенный ( <i>Stizostedion lucioperca</i> )	5,6
налим обыкновенный ( <i>Lota lota</i> )	5,6
каarp ( <i>Cyprinus carpio</i> L.)	5,6
сазан ( <i>Cyprinus carpio</i> L.)	5,6
линь ( <i>Tinea tinea</i> )	2,8
серебряный карась ( <i>Carassius auratus gibelio</i> )	10,4
золотой карась ( <i>Carassius carassius</i> )	8,4
лещ ( <i>Abramus brama</i> )	5,6
язь ( <i>Leuciscus idus</i> )	8,4
плотва обыкновенная ( <i>Rutilus rutilus</i> )	2,8
гольян красавка ( <i>Phoxinus phoxinus</i> )	2,8
пескарь обыкновенный ( <i>Gobio gobio</i> )	5,6
песядь ( <i>Coregonus peled</i> Lepech)	2,8
сиг ( <i>Coregonus Lavaretus</i> L)	2,8
елец киргизский ( <i>Leuciscus leuciscus kirgisorum</i> )	2,8

Беспокойство у экологов на сегодняшний момент вызывает вопрос по реализации в столице Казахстана на Астане проекта "Судоходный Ишим". Согласно данному проекту, двадцать два с половиной километра реки станут судоходными. Масштабность проекта представляет серьезную угрозу экологическому состоянию реки Ишим.

С целью изменения сложившейся к настоящему времени ситуации, связанной с увеличением нагрузки на реку Ишим в результате развития отраслей производства, необходимо предпринимать действенные меры по снижению негативного воздействия, поскольку река Ишим является главной водной артерией региона и улучшение ее качественных и количественных характеристик должно быть первоочередной задачей.

### Литература

1. Скакун В.А. Рыбное хозяйство в бассейне реки Есиль // Современные проблемы Ишимского бассейна. – Алматы, 2007.
2. Дмитриев Л.Н., Твердовский А.И. Общая характеристика экологического состояния бассейна реки Есиль // Современные проблемы Ишимского бассейна. – Алматы, 2007.
3. Информация Городского территориального управления охраны окружающей среды г. Астаны. – Астаны, 2007.
4. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. – Л., 1992.
5. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия: утв. Минприроды РФ 30.11.92. – М., 1992.
6. Водоросли: справ. / Сп. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 156–170.
7. Пильзук В.Я. Зоопланктон реки Ишим // Водоемы Сибири и перспективы их использования. – Томск, 1973. – С. 156–166.



## ЖИВОТНОВОДСТВО

УДК 636.033

Д.А. Барков

### ПРОДУКТИВНЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧИСТОПОРОДНЫХ СВИНЕЙ ЗАВОДСКОГО ТИПА КМ-1 И ПОРОДЫ СМ-1 И ИХ ПОМЕСЕЙ ПРИ РЕЦИПРОКНОМ СКРЕЩИВАНИИ

*В статье дана оценка показателей откормочной и мясной продуктивности чистопородных свиней заводского типа КМ-1 и скороспелой мясной породы СМ-1. Реципрокное скрещивание свиней данных пород обеспечивает улучшение откормочных качеств подсвинков. Использование хряков заводского типа КМ-1 влияет на формирование лучшей мясной продуктивности у помесей при откорме до 100 кг, а также на биохимические и гематологические показатели крови.*

**Ключевые слова:** свиньи мясного направления продуктивности, реципрокное скрещивание, скороспелость, общий белок в крови, гемоглобин.

D.A. Barkov

### PRODUCTIVE AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE PUREBRED PIGS OF KM-1 BREED TYPE AND SM-1 BREED AND THEIR CROSSBREDS AFTER RECIPROCAL CROSSING

*Estimation of the indicators of feeding and meat efficiency of the purebred pigs of KM-1 breed type and SM-1 early meat breed is given in the article. Reciprocal crossing of pigs of the given breeds provides improvement of the gilt feeding qualities. Use of the male pigs of KM-1 breed type influences on formation of the best meat efficiency of the hybrids in the process of feeding to 100 kg, and also on biological and chemical and hematological blood indicators.*

**Key words:** pigs of meat direction of efficiency, reciprocal crossing, early maturation, crude protein in blood, hemoglobin.

Главная задача, стоящая перед животноводством, – это обеспечение населения потребным количеством качественного мяса.

В первую очередь это относится к наиболее скороспелой, наукоёмкой и высокотехнологичной отрасли – свиноводству [1]. Высокая плодовитость, короткий супоросный период, большая скороспелость позволяют получить от каждой свиноматки путем откорма ее приплода около 2 т мяса в год [7].

Созданные животные, такие, как кемеровский заводской тип мясных свиней (КМ-1) и порода СМ-1 по комплексу хозяйственно полезных качеств имеют высокую продуктивность, наиболее ценными из которых являются высокая скороспелость, оптимальная для мясных пород свиней толщина шпика, хорошая приспособленность к условиям Сибири. Использование этих животных в сочетании друг с другом является важным фактором интенсификации свиноводства.

До последнего времени в качестве основной материнской формы в системах гибридизации использовались свиньи крупной белой породы, отличающиеся высокими репродуктивными, но недостаточными откормочными и особенно мясными показателями. Поэтому очень важно найти лучшие варианты скрещивания с использованием пород, которые могли бы сочетать в себе отличные репродуктивные, откормочные и мясные свойства с высоким качеством свинины у финальных гибридов [5]. В силу сложившихся объективных обстоятельств отечественные породы мясного направления продуктивности используются не так часто, в то же время генетический потенциал откормочной и мясной продуктивности свиней породы СМ-1 значительно выше, чем у остальных пород России, свиноматки характеризуются хорошими воспроизводительными качествами [2, 3, 4].

**Цель исследований.** Изучение хозяйственно полезных признаков свиней КМ-1 и породы СМ-1 (кемеровской селекции) на современном этапе чистопородного разведения и в определении наиболее эффективного использования этих животных при реципрокном скрещивании.

**Задачи исследований:** оценить откормочные и мясные качества чистопородного и помесного молодняка; определить качественные показатели мяса и сала; изучить некоторые биохимические и гематологические свойства крови.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводились в период 2005–2009 гг. в ООО СПХ «Новые зори» Юргинского района Кемеровской области.

Объект исследований – чистопородные животные породы СМ-1 (кемеровской селекции) и заводского типа КМ-1, а также помеси, полученные при реципрокном скрещивании: поросята-сосуны, поросята отъёмыши, подсвинки на откорме. В опыте использованы основные свиноматки породы СМ-1, относящиеся к семействам Сибири, Свечи, Соты, Сирены. Хряки этой породы представлены линиями Солиста, Сома, Сыча и Света; животные заводского типа КМ-1 завезены из СХО «Заречье» и представлены линиями Атлета, Атласа, Атланта, Азота и семействами Айвы, Астры, Альфы.

Продуктивные качества свиноматок и помесного молодняка сравнивали с чистопородными животными в соответствии со схемой опыта (табл. 1).

Группы формировали по принципу аналогов по 20 голов в каждой. Все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания, предусмотренных технологией предприятия.

Контрольный откорм провели до живой массы 100 кг [6]. Учитывали скороспелость, среднесуточный прирост и затраты корма по группе в целом.

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Назначение	Породная принадлежность		Количество свиноматок	Обозначение группы
		свиноматки	хряка		
I	Контрольная	КМ-1	КМ-1	20	КМ-1+КМ-1
II	Контрольная	СМ-1	СМ-1	20	СМ-1+СМ-1
III	Опытная	КМ-1	СМ-1	20	КМ-1+СМ-1
VI	Опытная	СМ-1	КМ-1	20	СМ-1+КМ-1

Мясные качества изучали по результатам контрольного убоя 10 подсвинков из каждой группы. Для определения выхода мяса, сала и костей осуществляли морфологическую разделку полутуш.

Исследования химического состава мяса и сала, а также технологических свойств мяса, проводили в химлаборатории КемНИИСХ. Брали по 4 пробы с каждой группы.

Морфологический и биохимический состав крови исследовали в лаборатории центра охраны здоровья шахтёров г. Ленинск-Кузнецкий.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0 фирмы Start Soft (США) Excel версия 10 корпорации Microsoft.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты контрольного откорма показали, что реципрокное скрещивание способствовало увеличению среднесуточного прироста в обеих опытных группах. Исследованиями установлено (табл. 2), что лучшей энергией роста от постановки на откорм до снятия в 100 кг обладали подсвинки III опытной группы. В этой группе среднесуточный прирост был на 106 г, или 13 % ( $P < 0,001$ ), выше, чем в первой контрольной, и на 46 г, или 5,6 % (при  $P < 0,05$ ), выше, чем во второй контрольной группе.

Высокая достоверная разница установлена между среднесуточным приростом у подопытных животных I и IV групп, в пользу вторых она составила 76 г, или 9,7 % ( $P < 0,01$ ).

Разница среднесуточного прироста между контрольными группами составила 60 г, или 7,8 % ( $P < 0,05$ ), в пользу чистопородных свиней СМ-1, это объясняется лучшими откормочными качествами данной породы.

Наилучшей скороспелостью характеризуются подсвинки из III опытной группы, которая составила 167 дней. В сравнении с чистопородными аналогами из I и II контрольной групп разница получена соответственно на 18 ( $P < 0,001$ ) и 10 ( $P < 0,01$ ) дней, или на 9,7 и 5,6 %.

Откормочные (n=20) и мясные (n=10) качества синей при откорме до 100 кг

Группа	Среднесуточный прирост, г		Скороспелость, дней		Толщина шпика над 6–7 грудными позвонками, мм		Масса задней трети полутоуши, кг		Выход мяса, %	
	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v$	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v$	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v$	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v$	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v$
I	710±14,7 <sup>3)***</sup>	9,0	185±1,76 <sup>2)**</sup>	4,1	26,4±1,28	21,1	9,6±0,23	10,4	61,3±0,97	2,7
II	770±17,1 <sup>1)*</sup>	9,7	177±2,20 <sup>3)**</sup>	5,4	28,8±0,99	11,4	10,1±0,30 <sup>4)*</sup>	12,9	60,2±0,64	1,8
III	816±15,2 <sup>1)*</sup>	8,1	167±2,78 <sup>1)***</sup>	7,3	28,0±1,06	16,5	10,2±0,29	12,3	60,3±1,11	3,2
IV	786±18,3 <sup>1)**</sup>	10,1	172±1,77 <sup>1)***</sup>	4,5	27,3±0,95	15,2	11,2±0,40 <sup>1)**</sup>	15,6	60,8±1,18	3,3

<sup>\*</sup>) – разница достоверна при  $P<0,05$ ; <sup>\*\*</sup>) – при  $P<0,01$ ; <sup>\*\*\*</sup>) – при  $P<0,001$ ; 1) в сравнении с I группой; 2) в сравнении со II группой; 3) в сравнении с III группой; 4) в сравнении с IV группой.

Скороспелость помесных животных из IV опытной группы получена выше на 13 дней ( $P<0,001$ ) в сравнении с аналогами из I контрольной группы.

При убое подсвинков в 100 кг толщина шпика над 6–7 грудными позвонками получена в пределах 26,4–28,8 мм и в среднем составила 27,6 мм.

Помеси из IV опытной группы, где в качестве материнской основы использованы свиноматки породы СМ-1, характеризуются наиболее развитой массой задней трети полутоуши, которая составила 11,2 кг, что в сравнении с чистопородными подсвинками КМ-1 выше на 1,6 кг ( $P<0,01$ ).

Достоверных различий по выходу мяса между чистопородными и помесными животными не получено, в среднем данный показатель составил 60,7 %.

Важность исследования крови показывает не только состояние и интенсивность окислительных процессов, обмена веществ, но и является косвенным показателем роста, развития и уровня продуктивности [8].

Результаты гематологических исследований (табл. 3) показали, что все исследуемые параметры находятся в пределах физиологической нормы. Однако в опытных группах наблюдается некоторое увеличение гемоглобина, общего белка и  $\gamma$ -глобулинов. В IV группе количество гемоглобина оказалось самым высоким, этот показатель составил 100,1 г/л, что на 7 г/л, или 7 % ( $P<0,05$ ), выше, чем во II группе соответственно. Также достоверная разница была обнаружена по содержанию  $\gamma$ -глобулинов в сыворотке крови подопытных животных, в той же группе данный показатель превысил значение I контрольной на 24,3 % ( $P<0,01$ ) и II контрольной группы – на 25,1 % ( $P<0,01$ ).

Таблица 3

Гематологические биохимические показатели крови подопытных свиней, n=3

Показатель	I		II		III		IV	
	$\bar{X} \pm S_x$	$C_v$						
Количество эритроцитов, $10^{12}/л$	6,11±0,33	7,7	6,20±0,12	2,7	6,35±0,18	3,9	6,31±0,13	2,9
Количество лейкоцитов, $10^9/л$	17,97±0,29	2,2	17,50±0,70	5,6	17,23±0,43	3,5	18,07±0,59	4,6
Гемоглобин, г/л	96,4±1,83	2,7	93,1±1,55	2,4	98,0±1,26	1,8	100,1±1,68	2,4
Общий белок, г/л	67,7±1,78	3,7	65,7±3,34	7,2	70,3±2,86	5,7	71,0±3,74	7,5
Альбумины, %	56,7±1,03	2,6	56,8±1,34	3,3	51,4±4,50	12,3	46,0±1,57	4,8
Глобулины, %:								
$\alpha$ -глобулины	12,1±0,72	8,4	13,2±2,1	22,4	11,4±1,16	14,4	15,5±1,77	16,1
$\beta$ -глобулины	13,1±0,67	7,2	12,2±0,50	5,8	15,9±1,13	10,0	14,6±2,11	20,5
$\gamma$ -глобулины	18,1±1,29	10,0	17,9±1,13	8,9	21,3±2,16	14,3	23,9±0,86	5,0

### Выводы

1. Чистопородные животные КМ-1 и СМ-1 характеризуются высокими показателями откормочной и мясной продуктивности: при откорме до живой массы 100 кг скороспелость составила 185 и 177 дней; толщина шпика над 6–7 грудными позвонками 26,4 и 28,8 мм; масса задней трети полутуши 9,6 и 10,1 кг соответственно.

2. При реципрокном скрещивании свиноматок заводского типа КМ-1 и хряков породы СМ-1 потомство при откорме до 100 кг характеризуется наибольшей энергией и лучшей скороспелостью.

3. Использование хряков заводского типа КМ-1 оказывает влияние на формирование лучших мясных качеств у подсвинков. При убое подсвинков в 100 кг прослеживается тенденция меньшей толщины шпика, большей массы окорока и выхода мяса с туши.

4. Помесные животные в отличие от чистопородных обладают повышенным содержанием гемоглобина в крови и гамма-глобулиновой фракции, что может указывать на высокую резистентность.

### Литература

1. Буяров А. Инвестиционно-инновационное развитие свиноводства // Экономика сельского хозяйства России. – 2008. – № 11. – С. 66–73.
2. Гарт В.В. Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней скороспелой мясной породы // Доклады российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 5. – С. 32–34.
3. Гришкова А.П. Кемеровский заводской тип мясных свиней – КМ-1: монография. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001. – 88 с.
4. Гудилин И.И., Панов Б.Л., Петухов В.Л. Методы создания и совершенствования пород свиней в Сибири // Проблемы селекции сельскохозяйственных животных. – Новосибирск: Наука. Сибир. предприятие РАН, 1997. – С. 172–188.
5. Клемин В. Эффективность скрещивания свиноматок породы ландрас с хряками других пород // Свиноводство. – 2006. – № 6. – С. 2–3.
6. ОСТ 10 3-86. Свиньи. Метод контрольного откорма. – М.: Агропромиздат, 1988. – 13 с.
7. Фидчер А.А., Маскаль Ю.И., Сороколетов О.Н. Влияние промышленного скрещивания на продуктивные качества свиней // Вестн. Новосиб. гос. аграр. ун-та. – 2008. – № 8. – С. 9–13.
8. Сагло О.Ф. Вікові зміни вмісту білка і білкових фракцій сироватки крові поросят при різних строках їх відлучення // Свинарство. – Киев: Урожай, 1971. – Вып. 15. – С. 64–69.



## ДИАГНОСТИКА ОТРАВЛЕНИЙ СОБАК ИЗОНИАЗИДОМ В ВЕТЕРИНАРНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

*В статье рассматриваются вопросы диагностирования отравлений собак изониазидом в ветеринарных лабораториях. Данный вид исследований достаточно актуален в связи с тем, что уже несколько лет бродячих и декоративных собак травят лекарством от туберкулеза под названием «Тубазид». Изониазид (тубазид) – лекарственное средство, противотуберкулезный препарат, производное гидразина изоникотиновой кислоты, предназначенное для лечения туберкулеза всех форм локализации.*

**Ключевые слова:** изониазид, высокоэффективная жидкостная хроматография, алкалоиды, метод Драгендорфа.

*T.S. Drozdova, A.S. Kashin*

## DIAGNOSTICS OF DOG POISONINGS BY ISONIAZID IN THE VETERINARY LABORATORIES

*The issues of diagnosing the dog poisonings by isoniazid in the veterinary laboratories are considered in the article. The given type of research is of current interest because some years stray and decorative dogs are poisoned by the medicine for tuberculosis under the name of "Tubazid". Isoniazid (tubazid) is a medical product, antitubercular preparation, isonicotinic acid hydrazine derivative, intended for treatment of tuberculosis of all localization forms.*

**Key words:** isoniazid, highly effective liquid chromatography, alkaloids, method of Dragendorf.

**Введение.** Данный вид исследований достаточно актуален в связи с тем, что уже несколько лет бродячих и декоративных собак травят лекарством от туберкулеза под названием «Тубазид». Например, в Донецкой и Луганской областях (2009 г.) были зарегистрированы массовые случаи отравления собак изониазидом [2, 4, 5, 7].

Химическая формула изониазида –  $C_6H_7N_3O$ . Обладает выраженным бактерицидным действием, главным образом, по отношению к быстро пролиферирующим популяциям микобактерий туберкулеза. Подавляет синтез миколоевой кислоты, которая необходима для образования клеточной стенки микобактерий. Препарат хорошо всасывается в пищеварительном тракте, при даче пероральным путем бактериостатическая концентрация в крови создается через 1–3 ч после приема и сохраняется в течение 6–24 ч. Проникает через гематоэнцефалический барьер; выводится из организма преимущественно почками [9].

Пероральная передозировка этого вещества приводит к серьезным отравлениям вплоть до летального исхода. Особенно препарат высокотоксичен для собак (LD50 – 50 мг/кг живой массы) и кошек. Одна таблетка 300 мг способна привести к смертельному отравлению центральной нервной системы собаки. Грызуны относительно более устойчивы к токсическому действию изониазида. Наиболее частые случаи отравления связаны со случайным приемом препарата изониазида, который можно использовать для лечения актиномикоза крупного рогатого скота, однако на современном этапе для лечения мясо-молочного скота употребления препарата не разрешено ветфармбиосоветом Департамента ветеринарии Минсельхозпрода РФ. Препарат неэффективен для лечения хронического гранулематозного энтерита крупного рогатого скота [6, 8].

Побочное действие изониазида в первую очередь отмечается со стороны пищеварительной системы: рвота, диарея, боли в животе; полиневриты, невриты и атрофия зрительного нерва, мышечные подергивания, атаксия, ступор, судороги, лихорадка, кожная сыпь, гепатиты, метгемоглобинемия, агранулоцитоз, эозинофилия, желтуха, пеллагра, васкулит, анемия. Может отмечаться нарушение функции печени (особенно у животных с гипотрофией или предшествующими заболеваниями печени). Со стороны периферической нервной системы возможно развитие периферической невропатии (особенно у взрослых животных и у молодняка с гипотрофией). Передозировку ГИНК следует подозревать во всех случаях, не объяснимых иными причинами метаболического ацидоза и судорог [3, 9].

**Материалы и методы исследований.** В химико-токсикологическом отделе Красноярской краевой ветеринарной лаборатории зарегистрирован (2010 г.) случай отравления собаки изониазидом.

**Анамнез:** кобель породы цверкшнауцер в возрасте 8 мес. вернулся с прогулки и через 15–20 мин у него появились признаки болезни: сильная рвота, судороги, гиперсаливация, непроизвольная дефекация и мочеотделение. Владелец собаки обратился в ветеринарную клинику, где было проведена дезинтоксикаци-

онная и симптоматическая терапия (реланиум, магния сульфат, дексаметазон и лазикс) [10]. Однако, несмотря на лечение, смерть животного наступила в течение часа.

Труп собаки был доставлен в Краевую ветеринарную лабораторию для установления причины смерти. При вскрытии наблюдалась следующая патологоанатомическая картина: серозный воспалительный отек слизистой оболочки гортани, слизистой желудка и кишечника с точечными кровоизлияниями, застойная гиперемия паренхиматозных органов, состояние зернистой дистрофии печени, сердца и почек, плохо свернувшаяся кровь.

Для исследований был отобран патологический материал: часть печени, желудок с содержимым, почка.

Исследования проводились по общетоксикологическим показателям. При анализе на алкалоиды была получена положительная реакция с групповым реактивом Драгендорфа. Это послужило отправной точкой для исследования на изониазид (тубазид).

Самый простой (химический) способ обнаружения изониазида (всех производных гидразин изоникотиновой кислоты) – реакция с водным раствором ванадата аммония (концентрация 1–2 %) – желто-коричневое окрашивание, значительно бледнеющее в течение 5–10 мин [1, 11].

Необходимо отметить, что групповая реакция с реактивом Драгендорфа не является специфической, подобную реакцию могут дать и другие лекарственные препараты (но-шпа, папаверин), поэтому вопрос об идентификации препарата достаточно актуален.

Мочу исследовали на содержание тубазида напрямую; из крови предварительно получали сыворотку (осаждением белков трихлоруксусной кислотой, центрифугированием, предварительно нейтрализовав щелочью); таким же образом подготавливали содержимое желудка [11].

Для идентификации изониазида мы использовали метод тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинках «Сорбфил» или «Силуфол». Согласно методикам, рекомендуется использовать систему, состоящую из хлороформа, ацетона, дионилового эфира фталевой кислоты в соотношении 5:4:1. Однако на практике последний реактив обычно отсутствует. В этом случае предпочтительно использовать систему хлороформ-ацетон (9:1), при слабом разведении можно увеличить количество ацетона. На пластину наносили растворенный хлороформенный экстракт и рядом стандарт. Общее количество нанесенного образца составляет в среднем 0,02 мл. Ориентироваться на величину  $R_f$  не стоит, так как эта величина рассчитана на чистые вещества. Стандарт готовили путем растворения лекарственного препарата в подщелочном хлороформе. Анализ проводили в присутствии свидетелей. Проявляющим реактивом является реактив Драгендорфа, который проявляет препарат в виде красно-кирпичных пятен.

Для контроля использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием прибора «Милихром А-02». Для хроматологического анализа предварительно приготовили изолированную сухую щелочную вытяжку (методика определения алкалоидов в патологическом материале) с рН-9, затем проводили растворение пробы в ацетонитриле с последующим детектированием и измерением содержания изониазида. Процесс анализа пробы делится на 2 этапа: разделение пробы на составляющие компоненты, детектирование и измерения содержания вещества.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Использование прибора «Милихром А-02» оказалось незаменимым для идентификации и количественного определения изониазида. Применение высокоэффективной жидкостной хроматографии явилось высокоточным методом для определения изониазида.

Результаты, полученные нами при использовании ВЭЖХ, оказались более высокоточными. К основным рассматриваемым характеристикам ВЭЖХ следует отнести чувствительность и селективность, к достоинствам данного метода – экспрессность и экономичность.

## Выводы

1. Процесс идентификации отравляющих веществ, в частности, изониазида, целесообразно разделить методически на два этапа. Первый – скрининговый (указательный) – с проведением качественной реакции с реактивом Драгендорфа и тонкослойной хроматографии в присутствии свидетеля. Второй – арбитражный – с удалением всех (в идеале) ложноположительных результатов. Для этого следует использовать высокоэффективную жидкостную хроматографию с применением внутреннего стандарта.

2. Скрининговый метод обладает высокой производительностью, высоким уровнем чувствительности, достаточно широким охватом классом токсичных соединений, но у него нет высокой специфичности. На этом этапе можно получить минимум отрицательных ответов и максимум положительных, однако при этом наблюдается значительное число ложноположительных результатов.

3. Арбитражный метод чувствителен и селективен, обладает экспрессностью и экономичностью, что позволяет уменьшить число ложноположительных результатов.

### Литература

1. Антонов Б.И., Федотова В.И., Сухая Н.А. Лабораторные исследования в ветеринарии // Химико-токсикологические методы. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 244–248.
2. В Донецке ежегодно с особой жестокостью мэрия убивает тысячи собак // Новости Донбасса. – 2010. – № 47.
3. Изониазид. Справочник лекарств РЛС: инструкция, применение и описание вещества Изониазид. – М.: Агропромиздат, 2008. – С. 167–169.
4. Куцева Екатерина. Нет зоофашизму // Донецкий коммуникационный ресурс. – 2010. – № 49. – С. 2.
5. Лазарева Елена. Более 200 укушенных – это не предел? // Дружковка. – 2010. – № 20. – С. 3.
6. Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 2135-р. – М., 2009.
7. Смирнова Елена. Численность бродячих собак в Донецкой области будут контролировать противотуберкулезными таблетками // Факты и комментарии. – 2003. – № 5. – С. 3.
8. Стрелис А.К., Фомина И.П., Дехнич А.В. Противотуберкулезные химиопрепараты // Практическое руководство по антиинфекционной химиотерапии. – Смоленск: НИИ антимикробной химиотерапии СГМА, 2002. – С. 65–75.
9. Lorrie Boldrick Top 10 Human Medications That Poison Our Pets (англ.). – ASPCA: копия документа.
10. Sycheva T.P., Pavlova T.N., Shchukina M.N. (1972). «Synthesis of isoniazid from 4 – cyanopyridine». *Pharmaceutical Chemistry Journal* 6 (11). – P. 696–698. DOI:10.1007/BF00771896.
11. Treatment of acute isoniazid overdose in dogs. (англ.) / D. Villar, M.K. Knight, J. Holding [et al.] // *Veterinary & Human Toxicology*. – 1995 Oct. – V. 37(5):473-7. – ISSN 0145 – 6296.





## ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 591.27

К.А. Надеин

### ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ CD-3 ЛИМФОЦИТОВ В СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОСПАЛЕНИИ

*Автором статьи проведено иммуногистохимическое исследование соединительной ткани крупного рогатого скота в норме и при хроническом воспалении. Выявлено повышение количества Т-лимфоцитов, которые локализуются в соединительной ткани.*

**Ключевые слова:** бурсит, иммуногистохимия, соединительная ткань, Т-лимфоциты.

К.А. Надеин

### IMMUNOLOGIC, HISTOLOGICAL AND CHEMICAL RESEARCH OF THE CD-3 LYMPHOCYTES IN CATTLE CONNECTIVE TISSUE IN CASE OF CHRONIC INFLAMMATION

*Immunologic, histological and chemical research of cattle connective tissue in health and in case of chronic inflammation is conducted by the author of the article. Increase of T-lymphocyte number which are localized in the connective tissue is revealed.*

**Key words:** bursitis, immunologic and histological chemistry, connective tissue, T-lymphocytes.

Иммуногистохимия – метод морфологической диагностики, в основе которого лежит визуализация и оценка с помощью микроскопа результатов реакции антиген-антитело в срезах биопсированной ткани. В качестве антигена выступают компоненты клеточных структур или межклеточного вещества ткани. Исследуемую ткань обычно обрабатывают антителами к антигену, который хотят в ней выявить. Затем обрабатывают антителами к диагностическим антителам. Эти антитела содержат либо краситель, либо энзим, которые затем могут быть легко выявлены.

Ценность иммуногистохимии заключается в том, что она базируется на строго специфических реакциях между диагностическими антителами и комплементарными им антигенами.

Способ окрашивания клеточных и тканевых компонентов с помощью специфических антител для микроскопического исследования был предложен в 1941 году. Антитела были мечены флюоресцирующей краской, что позволяло обнаружить комплекс тканевого антигена и диагностического антитела в гистологических срезах с помощью люминисцентного микроскопа. Следующий шаг в развитии иммуногистохимии был связан с разработкой антител, меченных не флюорохромами, а ферментами. Для обнаружения места связывания меченных ферментом антител применяют субстрат, в котором под воздействием ферментных меток образуются окрашенные продукты. Ферментные метки позволяют получить постоянные гистологические препараты, которые могут длительно храниться, и в которых результаты иммуногистохимической реакции точнее привязаны к структуре тканей [10, с. 47].

Принципиальным отличием иммуногистохимии от других методов иммунологической диагностики, использующих реакцию антиген-антитело, является структурная специфичность исследования. Это означает, что в реакции оценивается не только наличие сигнала (есть окрашивание или нет) и его сила (интенсивность окрашивания), но и пространственное распределение сигнала в гистологическом препарате (окрашивание мембран клеток, цитоплазмы, ядра и других структурных элементов). По данным литературных источников, иммуногистохимические исследования в ветеринарии применяются для диагностики инфекционных болезней [7, с. 155; 9, с. 381].

Наиболее часто в медицинской и ветеринарной практике встречаются диффузные болезни соединительной ткани (ДБСТ, или старое название – коллагенозы). Эта группа заболеваний, характеризующаяся

системным поражением соединительной ткани, в том числе волокон, содержащих коллаген [1, с. 155]. У крупного рогатого скота преимущественно поражается голеностопный (тарсальный) сустав. Особенно часто данная патология наблюдается у животных с высокой молочной продуктивностью, что ведёт к значительно-му экономическому ущербу.

Преобладающим механизмом болезней СТ является дисрегуляция Т- и В-клеточных факторов иммунитета при наличии в крови избыточного содержания антигена, в том числе и аутоиммунного происхождения. Образующиеся комплексы антиген-антитело активируют свертывающую систему крови, откладываются на базальной мембране сосудов, кровоснабжающих органы и ткани (почки, синовиальные, серозные оболочки, мозг и т. п.); высвобождаемые при этом из фагоцитирующих клеток лизосомальные ферменты способствуют углублению поражения. Цитотоксическое действие оказывают фиксируемый иммунными комплексами комплемент, а также сенсibilизированные малые лимфоциты. В организме животных и человека Т-лимфоциты (CD3-лимфоциты) отвечают за реакции клеточного иммунитета и осуществляют иммунологический надзор за антигенным гомеостазом в организме. Они образуются в костном мозге и дифференцируются в вилочковой железе, где разделяются на эффекторные (Т-лимфоциты-киллеры, Т-лимфоциты гиперчувствительности замедленного типа) и регуляторные (Т-лимфоциты-хелперы, Т-лимфоциты-супрессоры) клетки. CD3-лимфоциты взаимодействуют с 24 кД белком Т-клеточного рецепторного комплекса. Они определяются как очаговое скопление в соединительной ткани в структуре воспалительного инфильтрата [2, с. 355]. Для понимания патогенеза и разработки тактики лечения ДБСТ крупного рогатого скота целесообразно изучение и сравнительный анализ происходящих морфологических изменений в суставной сумке тарсального сустава.

**Цель исследований.** Изучение местной реакции Т-лимфоцитов в соединительной ткани синовиальной сумки клинически здоровых и хронически больных животных.

**Материалы и методы исследований.** Материалом для исследований служила соединительная ткань суставных сумок, полученная после убоя здоровых и больных бурситом коров.

Контрольной группой служили клинически здоровые животные в количестве 30 голов (I группа), во второй (II) группе были животные, больные хроническим асептическим бурситом тарсального сустава (30 голов); длительность заболевания составляла свыше 1,5 месяцев. Животные находились в равноценных условиях кормления и содержания, больные животные лечились по одинаковой методике.

Иммуногистохимическое (ИГХ) исследование проводили в лаборатории морфологических исследований Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины МЧС России (ВЦЭРМ МЧС России). Ткани синовиальной оболочки фиксировали в 10 % нейтральном формалине и заливали в парафин. Срезы толщиной 8–10 мкм обрабатывали набором антител фирмы «DAKO» к CD3 [3, с. 61].

**Протокол ИГХ исследований:**

1. Прогревание парафиновых блоков в термостате при температуре 60°C в течение 30–60 мин.
2. Депарафинизация в ксилоле (3 мин x 2 раза), абсолютном спирте (3 мин x 2 раза), 96° этиловом спирте (3 мин x 2 раза).
3. Блокирование эндогенной пероксидазы в 3 % перекиси на воде.
4. Промывание в дистиллированной воде (3 мин).
5. Восстановление активности антигенов путём кипячения в цитратном буфере (pH 6,0) или в ЭДТА (pH 9,0) в водяной бане. Стёкла со срезами помещают в контейнер с буфером, прогревают до момента выравнивания температуры буфера и воды (95–99°C под контролем термометра) и выдерживают 30 мин, затем ещё 20 мин при комнатной температуре. Переносят в дистиллированную воду на 1–2 мин. Промывание в TBS (2 раза по 5 мин).
6. Инкубация с первичными антигенами (18 ч при температуре 6°C), разведёнными Antibody diluent (DAKO).
7. Инкубация с Envision mouse или Envision rabbit в зависимости от вида первичного антитела (30 мин при температуре 37°C. После этапов 8 и 9 – промывание в TBS (2 раза по 5 мин).
8. Реакция с DAB (3–5 мин под контролем микроскопа при комнатной температуре). Рабочий раствор DAB готовится путём добавления к 1 мл буфера 1 капли концентрированного хромогена согласно инструкции.
9. Смывание хромогена дистиллированной водой, промывание в дистиллированной воде в течение 3 мин.
10. Докрашивание ядер гематоксилином (2 мин). Подсинивание в проточной воде под контролем микроскопа.
11. Обезвоживание и заключение в бальзам с 96° спиртом (2 мин x 2 раза), карбол-ксилол (2 мин x 2 раза), ксилол (2 мин x 2 раза).
12. Заключение в бальзам.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Полученные результаты представлены в таблице.

**Содержание CD-3 лимфоцитов в соединительной ткани клинически здоровых животных (n = 30)  
и больных бурситом коров (n = 30)**

Показатель	Клинически здоровые животные (n = 30)	Больные бурситом коровы (n = 30)
CD-3 (%)	18,8±1,14	37,5±0,64*

\* – p<0,001.

Как видно из табл., в соединительной ткани коров с хроническим воспалением выявлено достоверное увеличение содержания CD-3 лимфоцитов. При этом изменялась локализация клеток: в группе здоровых животных единичные CD3-позитивные клетки располагались преимущественно вокруг сосудов, в то время как у больных бурситом вся синовиальная оболочка была диффузно инфильтрирована CD3-позитивными лимфоцитами (рис. 1–2).

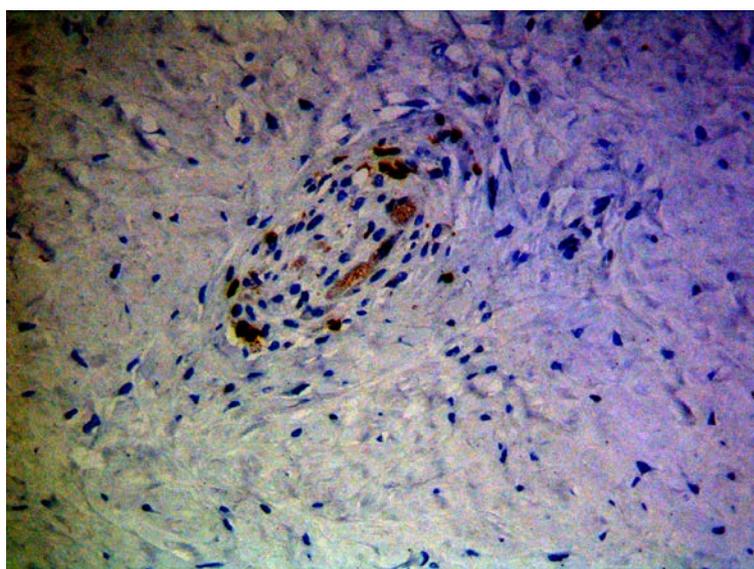


Рис. 1. CD3-позитивные Т-лимфоциты в синовиальной оболочке животных I группы. Увел. ×20

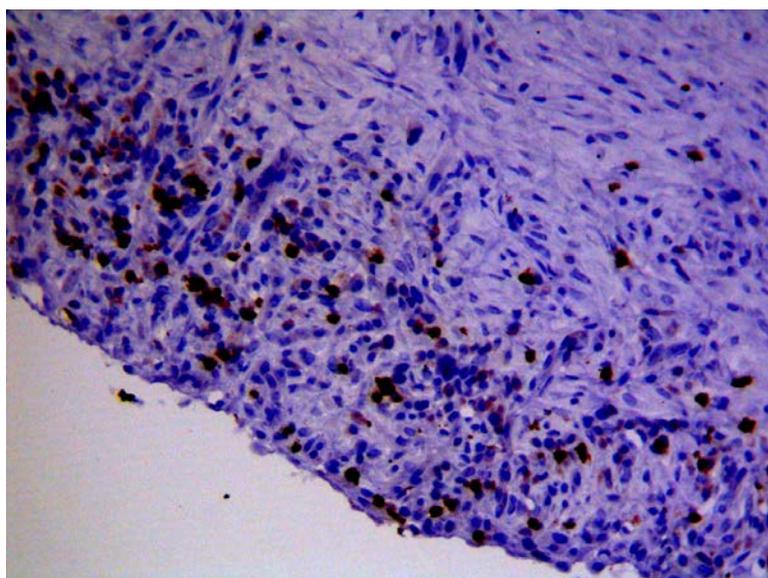


Рис. 2. CD3-позитивные Т-лимфоциты в синовиальной оболочке животных II группы. Увел. ×20

Повышение количества CD-3 лимфоцитов указывает на гиперактивность иммунитета и наличие иммунопролиферативных заболеваний в соединительной ткани.

Длительная активация Т-лимфоцитов может быть вызвана экзогенными антигенами и суперантигенами или изменёнными собственными белками (коллагеном, иммуноглобулинами) [5, с. 142]. Не исключено, что причиной воспаления служат перекрёстные реакции Т-лимфоцитов, сенсibilизированных к чужеродным антигенам различной природы с неизменёнными антигенами соединительной ткани синовиальной оболочки.

CD-3 обнаруживают отчётливую тенденцию к очаговому скоплению в воспалённой ткани. Ведущим фактором в подобной клеточной организации является массивный выброс хемокинов в очаге воспаления, в частности, бета-хемокинов, интенсивный диапедез клеток гематогенного происхождения, их активация и последующее распределение в очаге воспаления [4, с. 49; 6, с. 23].

Таким образом, хроническое воспаление соединительной ткани крупного рогатого скота характеризуется повышением количества Т-лимфоцитов в патологически изменённой ткани.

### Литература

1. Изменение свойств клеток в очаге хронического воспаления / В.В. Виноградов, С.В. Мордвин, В.Д. Чимитов [и др.] // Физиология и патология соединительной ткани: тез. докл. – Новосибирск, 1980. – Т. 2. – С. 154–156.
2. Грицман Н.Н. Особенности реактивности соединительной ткани при некоторых коллагеновых заболеваниях // Соединительная ткань в норме и патологии. – Новосибирск: Наука, 1968. – С. 352–358.
3. Киясов А.П. Методы иммуногистохимии. – Казань, 1998. – 95 с.
4. Кондратенко И.В. Нарушение CD3- и CD2-зависимых путей активации Т-лимфоцитов при иммунодефицитных состояниях у детей // Иммунология. – 1998. – № 1. – С. 48–50.
5. Лозовой В.П. Нарушение регуляторных функций иммуногенеза при диффузных заболеваниях соединительной ткани // Физиология и патология соединительной ткани: тез. докл. – Новосибирск, 1980. – Т. 2. – С. 141–143.
6. Яздовский В.В. Динамика пролиферативного ответа лимфоцитов на митогенные лектины и анти-CD3-антитела в культурах цельной крови и выделенных клеток у здоровых людей // Иммунология. – 1994. – № 5. – С. 21–24.
7. Immunohistochemical study of lymphomas of abdominal cavity origin in two cows with bovine leukemia virus / Abe Yuka, Shoji Hiroshi, Ota Kazuhiro [et al.] // JARQ: Jap. Agr. Res. Quart. – 2007. – № 2. – С. 153–156.
8. Banerjee D., Pettit S. Endogenous avidin-binding activity in human lymphoid tissue // J. Clin. Pathol. – 1984. – Vol. 37. – P. 223–230.
9. Demonstration of *Listeria monocytogenes* by immunohistochemistry in formalin-fixed brain tissues from natural cases on ovine and bovine encephalitis / C.M. Campero [et al.] // J. Vet. Med. B. – 2002. – № 8. – С. 379–383.
10. Naish S.J. Handbook – Immunochemical staining methods. – Carpinteria: DAKO Corporation, 1989. – 120 p.



РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ КИШЕЧНИКА ПАНТОВЫХ  
ОЛЕНЕЙ НЕЗАРАЗНОЙ ЭТИОЛОГИИ

*В статье приведены результаты морфологического исследования кишечника маралов и определены критерии оценки изменений структуры ткани, которые имеют воспалительную, дистрофическую, дисрегенераторную, гиперпластическую и опухолевую природу.*

**Ключевые слова:** кишечник, либеркюновы и бруннеровы железы, энтериты, колиты, копростазы, фитоконкременты, конглобаты, пилобезоары, стеноз, атрезия.

N.M. Bessonova, S.N. Kononov  
N.S. Petrusseva

## ANTLER DEER INTESTINE DISEASE SPREAD OF NON-CONTAGIOUS ETIOLOGY

*The morphological research results of the Siberian stag intestine are given and the criteria for estimation of the tissue structure changes which possess inflammatory, dystrophic, dysregenerative, hyperplastic and neoplastic nature are determined in the article.*

**Key words:** intestine, lieberkuhn's and brunner's glands, enteritis, colitis, coprostita, phytoconcrements, conglobates, german bezoar, stenosis, atresia.

**Введение.** Республика Алтай и Алтайский край занимают лидирующее положение в Российской Федерации по разведению маралов и пятнистых оленей. В регионе функционирует 142 фермы с поголовьем 75,5 тыс. животных, ежегодное производство пантов составляет свыше 50 т в консервированном виде [2].

Болезни кишечника маралов отличаются большим разнообразием, относятся к числу наиболее распространенных и многочисленных заболеваний, возникающих при нарушении кормления, содержания и эксплуатации животных. По данным П.В. Митюшева, М.П. Любимова, В.К. Новикова, в зимнее время года у маралов часто диагностировали копростазы. В Котон-Карагайском и Верх-Катунском совхозах зимой 1939–1949 гг. насчитывалось около 150 случаев копростоза, в том числе 10 со смертельным исходом [1].

Л.П. Пятков, Э.И. Прядко диагностировали заболевание пищеварительного тракта у 1389 маралов, из них с различными патологиями (гипотония, энтериты) пало 213 головы [3].

У телят при патологоанатомическом исследовании были также обнаружены единичные и множественные (до 14 шт.) пилобезоары. Они были слабые при рождении или страдали гастроэнтеритом, пневмонией. У одного теленка в безоарах обнаружено множество мертвых личинок *Sarcophaga Sp.*, а также множественные кровоизлияния в рубце [4].

**Цель исследований.** Изучить распространение болезней незаразной этиологии пантовых оленей и провести патоморфологическую диагностику кишечных заболеваний.

**Материалы и методы исследований.** Диагностические исследования проводились в мараловодческих хозяйствах Республики Алтай. Материалом для исследований служили органы желудочно-кишечного тракта во время планового или вынужденного убоя маралов, а также трупы павших животных. Использованы общепринятые патологоанатомические методы. В каждом отделе кишечника определяли наличие воспалительных, дистрофических, гиперпластических, атрофических, некротических процессов и посмертные изменения. Для гистологического исследования материал брали в течение часа после убоя, фиксировали 10 % нейтральным формалином. Срезы окрашивались гематоксилин-эозином, пикрофуксином по Ван-Гизон.

Для гистологического анализа были использованы бинокулярная лупа и микроскоп МБИ-3. Изучение и микрофотографирование исследуемых препаратов проводилось с использованием австрийского светового тринокулярного микроскопа Micros с видеонасадкой MC-200 и программой для обработки видеоизображения PINNACLE STUDIO DS 10 plus version 8. Фотографирование макропрепаратов проводилось цифровой фотокамерой OLYMPUS, C – 460 ZOOM, обработка изображений программой CAMEDIA Master Version 4.2.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Хозяйства, где проводились исследования, являлись благополучными по инфекционным заболеваниям. Распространение болезней незаразной этиологии пантовых оленей изучали по данным отчетов управления комитета ветеринарии Республики Алтай, районных ветеринарных станций по борьбе с болезнями животных за 1996–2009 годы, результатам обследования поголовья пантовых оленей на мясокомбинатах, убойных площадках и собственных исследований.

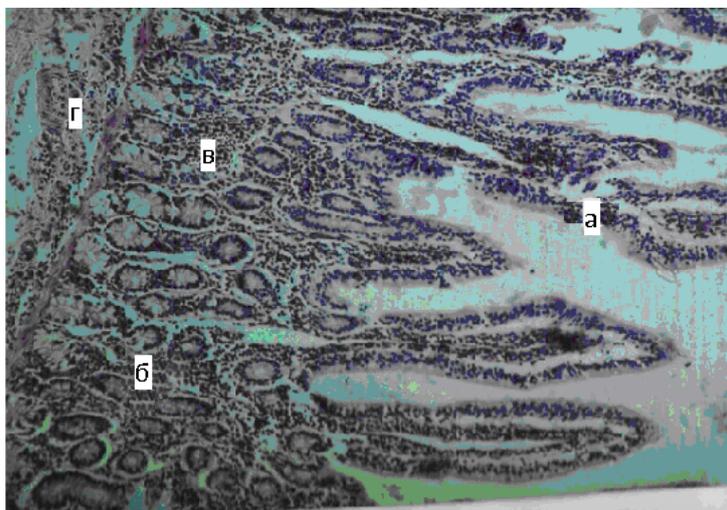
Установлено, что у пантовых оленей в хозяйствах Республики Алтай чаще регистрируются заболевания пищеварительной системы, реже болезни органов дыхания и травмы (табл. 1).

**Сведения о незаразных болезнях маралов в Республике Алтай (ветеринарный отчет, форма № 2)**

Наименование	Зарегистрировано больных, пало и вынужденно убито, гол.					
	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Болезни органов пищеварения, всего	264	398	443	454	598	567
В том числе молодняка	74	124	198	157	377	279
Болезни органов дыхания, всего	296	254	279	407	446	387
В том числе молодняка	156	148	139	102	281	179
Болезни обмена веществ, всего	22	35	51	67	36	23
В том числе молодняка	12	17	19	19	16	17
Болезни органов размножения у маток, всего	34	29	32	57	36	34
Отравления	35	24	19	27	15	17
Травмы	358	257	379	451	398	321
Прочие	98	76	301	414	214	217

Из заболеваний пищеварительной системы у маралов регистрируются хронические энтериты и колиты, врожденные стенозы слепой кишки, фитоконкременты, инородные тела. У пятнистых оленей выявлены хронические энтериты и колиты, фитоконкременты, инородные тела. Самцы маралов в большей степени, чем маралухи, подвержены заболеваниям кишечника незаразной этиологии, а у самцов и самок пятнистого оленя такая зависимость не установлена.

Патологические процессы кишечника пантовых оленей чаще локализуются в тонком отделе по сравнению с толстым отделом. При патологоанатомическом осмотре тонкого отдела кишечника обнаружили неравномерную толщину и появление утолщений в дистальных отделах ворсинок, отмечена деструкция базальных мембран эпителиальной выстилки. Цитоплазма энтероцитов, выстилающих ворсинки, вакуолизована. Строма ворсинок инфильтрирована плазматическими клетками, лимфоцитами, эозинофилами. Клеточный инфильтрат спускается в крипты, которые могут быть кистозно расширенными. Инфильтрат доходит до мышечного слоя слизистой оболочки (рис. 1). Данные изменения характерны для стадий хронического пролиферативного энтерита.



*Рис. 1. Хронический пролиферативный энтерит (марал 8 лет). Окраска гематоксилин-эозин × 120: а – деформированные ворсинки; б – крипты; в – скопление эозинофилов; г – аутолиз сосудистой стенки с воспалительным пролиферативным инфильтратом*

В ходе работы был выявлен хронический атрофический энтерит, который характеризовался укорочением ворсинок, их деформацией, появлением большого числа сросшихся ворсинок. Энтероциты вакуолизованы, появляется большое число бокаловидных клеток, наблюдалось кистозное расширение

крипт, умеренная инфильтрация и замещение разрастаниями коллагеновых и мышечных волокон. Патоморфологические исследования толстого отдела кишечника марала выявили (рис. 2) гиперемию, отечность слизистой оболочки, на поверхности слизистой скопление экссудата, который имел слизистый характер. При гистологическом исследовании отмечено, что воспалительный инфильтрат пронизывает не только толщину слизистой оболочки, но и подслизистый слой, в котором видны кровоизлияния. Дистрофия сочетается с десквамацией поверхностного эпителия и гиперсекрецией желез.

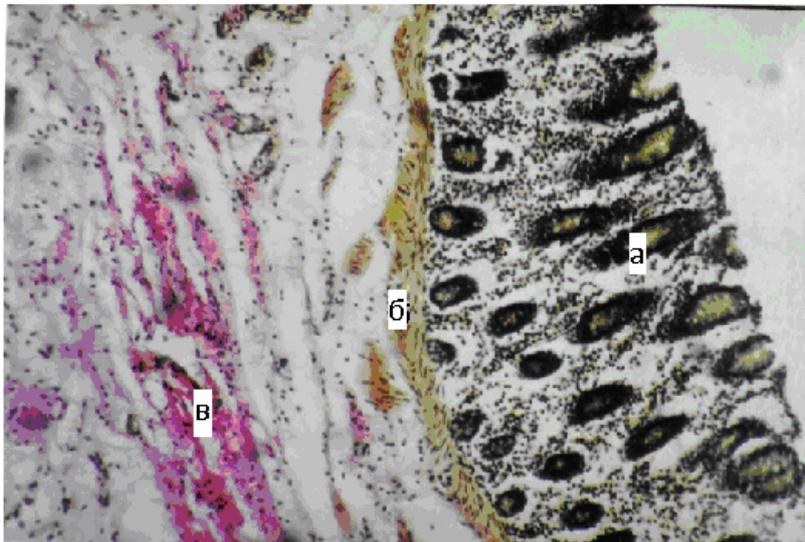


Рис. 2. Катаральный колит. Диффузная лейкоцитарная инфильтрация в подслизистом слое (марал 10 лет). Окраска по Ван-Гизон  $\times 120$ : а – крипты; б – мышечная пластинка; в – лейкоцитарная инфильтрация соединительной ткани

При патоморфологических исследованиях толстого отдела кишечника пантовых оленей 5–9-летнего (рис. 3–4) возраста нами была зарегистрирована следующая макрокартина: слизистая оболочка тусклая, зернистая, серо-красная с множественными кровоизлияниями и эрозиями, отмечается уплощение и десквамация призматического эпителия, увеличение числа бокаловидных клеток в криптах. Сами крипты укорочены, просвет их расширен (рис. 3).

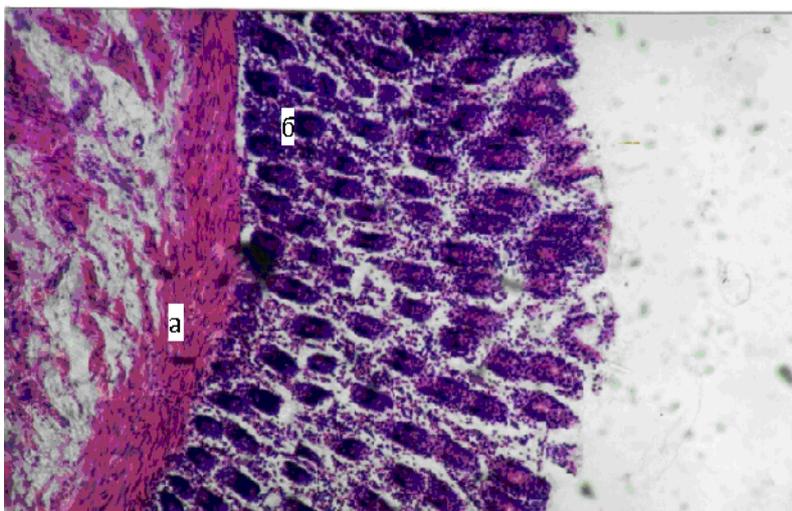


Рис. 3. Хронический колит без атрофии (марал 9 лет). Окраска гематоксилин-эозином  $\times 120$ : а – мышечный слой; б – укороченные крипты

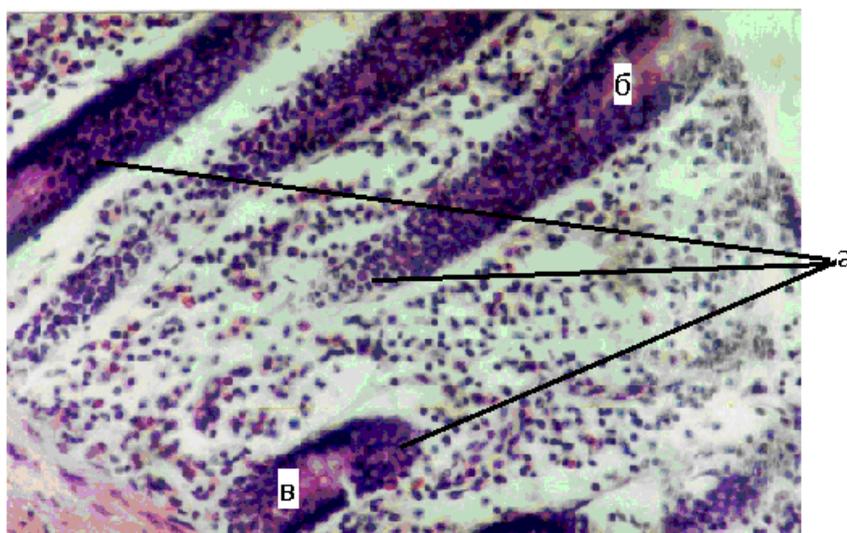


Рис. 4. Хронический колит без атрофии (самка пятнистого оленя 5 лет). Окраска гематоксилин-эозином × 400: а – скопление эозинофилов, лимфоцитов, макрофагов; б – расширение просвета; в – крипты

Собственная пластинка слизистой оболочки, в которой встречаются кровоизлияния, инфильтрирована лимфоцитами, плазматическими клетками, эозинофилами, клеточный инфильтрат нередко проникает в ее мышечные слои. Картина характерна для хронического колита без атрофии. Кроме этого, наблюдали уплотнение призматического эпителия, уменьшение числа крипт, гиперплазию гладкомышечных элементов (рис. 5).

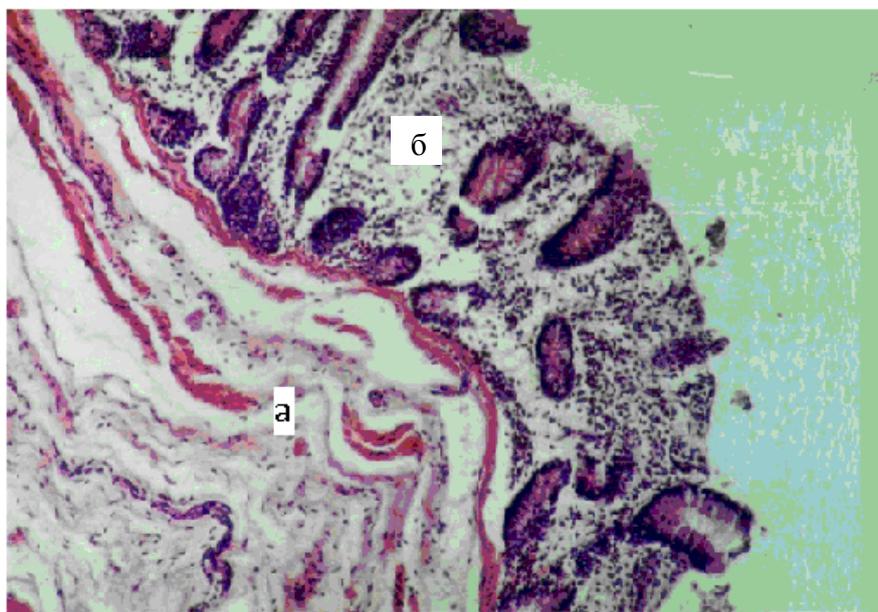


Рис. 5. Атрофия ободочной кишки (пятнистый олень 7 лет). Окраска гематоксилин-эозином × 120: а – соединительная ткань; б – уменьшение числа крипт

В слизистой оболочке отмечено преобладание разрастаний соединительной ткани, которые ведут к атрофии и склерозу. Выявлена резкая деформация и укорочение кишки, при этом в ходе макроскопического исследования отмечалось утолщение и уплотнение ее стенки, и также сужение просвета. При этой форме воспаления репаративно-склеротические процессы превалируют над воспалительно-некротическими, в сосудах отмечают продуктивный эндovasкулит, склероз стенок, облитерацию просвета, фибриновый некроз сосудов (рис. 6).

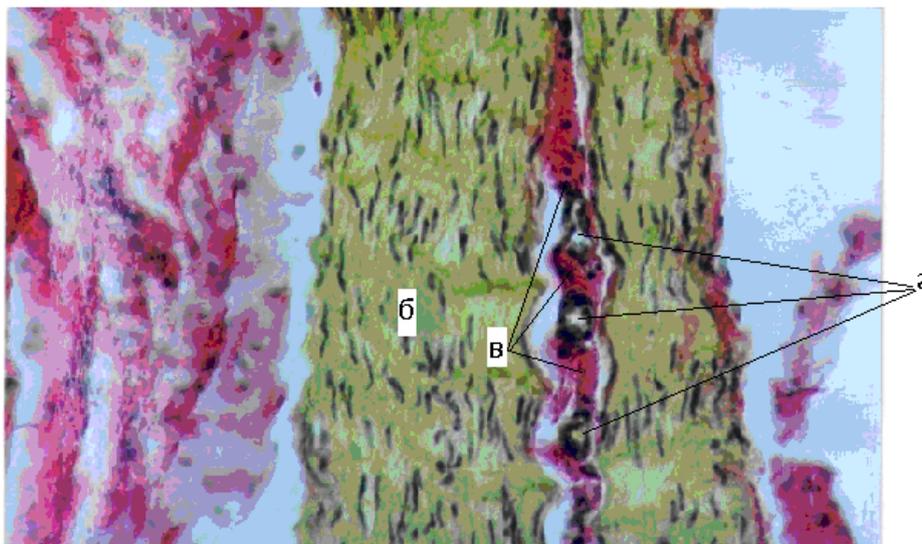


Рис. 6. Проллиферативное воспаление слепой кишки с периваскулярным склерозом (пятнистый олень 7 лет). Окраска по Ван-Гизон  $\times 200$ : а – сосуды; б – гладкомышечная ткань; в – разrost соединительно-тканых прослоек в гладкомышечной ткани вокруг сосудов

Воспаление имело продуктивный характер и выражалось в инфильтрации стенки кишки лимфоцитами, гистиоцитами, плазматическими клетками; редко регистрировали гранулемы из эпителиоидных и гигантских клеток типа Пирогова–Лангханса. Такие гранулемы обнаруживали в лимфатических фолликулах кишки и в регионарных лимфатических узлах, что характерно для хронического атрофического колита.

В тонком и толстом отделах кишечника у маралов 7-летнего возраста были обнаружены истинные кишечные камни (энтеролиты) и ложные камни, состоящие из минеральных веществ и непереваренных грубых растительных волокон (фитоконкременты). В ходе работы в кишечнике были зарегистрированы инородные тела в виде песка, мелких и средних камней (до 10 г), при проведении гистологического исследования стенок кишечника патологических процессов не обнаружено.

Инородные тела и фитоконкременты обнаруживали у маралов и пятнистых оленей случайно, при вскрытии трупов или вынужденного убоя. Фитоконкременты в тонком отделе кишечника являлись причиной хронического энтерита. При патологоанатомическом исследовании были зарегистрированы на поверхности слизистой оболочки тонкого кишечника толстый слой густой, вязкой, мутноватой слизи серовато-белого цвета и слизистая оболочка, которая была утолщена и собрана в виде складок. При гистологическом исследовании в стенках кишечника обнаруживали слизистое перерождение эпителия, атрофию желез, пролиферацию и слущивание покровного эпителия, инфильтрацию подлежащей ткани лимфоидными клетками и фибробластами. Слизистая оболочка была утолщена и пронизана тяжами разросшейся соединительной ткани.

В ходе исследований в зимний период у пантовых оленей наблюдались копростазы. В зимний период застой содержимого толстого отдела кишечника возникает при длительном кормлении грубыми, малопитательными кормами. Содержимое кишечника становится плотным и приобретает форму просвета кишки.

За период исследований встречались случаи стеноза слепой кишки в виде перехвата шириной 3 см, при этом диаметр кишки составлял 5 см. Мы регистрировали резкое утолщение и уплотнение стенки кишечника, при этом слой крипт составлял  $320 \pm 2$  мк (в норме  $223 \pm 14$  мк). Разграничения подслизистого и мышечного слоя не наблюдалось, участок был пронизан тяжами соединительной ткани, толщина слоя –  $2670 \pm 10$  мк.

**Заключение.** У пантовых оленей чаще регистрируются заболевания пищеварительной системы. В наших исследованиях из заболеваний кишечника у маралов и пятнистых оленей регистрировали хронический энтерит без атрофии, хронический атрофический энтерит, катаральный колит, хронический колит без атрофии, атрофический колит, стеноз слепой кишки, инородные тела и фитоконкременты. При анализе установлено, что 20 % заболеваний кишечника незаразной этиологии зависит от возраста и свидетельствует о нецелесообразности хозяйственного использования животных старше 15 лет.

### Литература

1. Митюшев П.В., Любимов М.П., Новиков В.К. Пантовое оленеводство и болезни пантовых оленей. – М., 1950. – С. 181–182.
2. Огнев С.И. Повышение роли государственного регулирования развития пантового оленеводства Республики Алтай // Алтайский биофармацевтический кластер: развитие отечественного рынка пантовой продукции. Состояние, проблемы, задачи: докл. II науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Бийск, 2009. – С. 20–26.
3. Пятков Л.П., Прядко Э.И. Мараловодство. – Алма-Ата, 1971. – С. 11–30.
4. Mukherjee S.C. Significance of hair balls in yougcalves // Indian Vet. S. – 1985. – № 3. – P. 261–262.



УДК 619:598.1

А.В. Мартышин, Н.М. Ковальчук

#### АНАЛИЗ МИКОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ РЕПТИЛИЙ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ НЕВОЛИ

*В статье представлены результаты микологического исследования поверхности кожи клинически здоровых рептилий. Описаны морфологические и культуральные свойства грибов, а также приведены результаты по изучению факторов патогенности.*

**Ключевые слова:** микология, рептилии, микозы, кожный покров.

A.V. Martyshin, N.M. Kovalchuk

#### ANALYSIS OF SKIN INTEGUMENT MYCOLOGICAL RESEARCH OF THE REPTILES WHO ARE KEPT IN CAPTIVITY

*The mycological research results of the clinically healthy reptile skin surface are given in the article. Morphological and cultural properties of fungi are described; the results on the pathogenicity factor study are given.*

**Key words:** mycetology, reptiles, mycosis, skin integument.

---

Многие виды животных являются естественным резервуаром микроскопических грибов и источником заражения для человека, что обуславливает тесную взаимосвязь заболеваемости микозов среди людей и животных. Зоофильные виды микозов во многих странах в настоящее время доминируют в этиологической структуре микозов человека. Выявление и нейтрализация путей распространения грибковых инфекций, общих для человека и животных, является важной социально-значимой задачей медицинских и ветеринарных служб [1].

Холоднокровные животные, в отличие от млекопитающих и птиц, в силу своих физиологических особенностей имеют естественную предрасположенность к миконосительству. Большая часть грибковой микрофлоры рептилий относится к субпатогенным организмам, в основном сапрофитам [2]. Их, как правило, изолируют с кожи совершенно здоровых рептилий. К примеру, *Aspergillus* и *Penicillium* культивируют с кожи почти 78 % [3] здоровых животных. При этом переход из скрытого носительства в клиническую стадию происходит крайне редко. Главными факторами для начала проявления болезни являются плохие условия содержания рептилий и неправильный уход за ними.

Это приводит к снижению естественной резистентности организма и является одной из причин массового распространения грибов, являющихся как патогенной, так и условно-патогенной микрофлорой. В ряде случаев именно обычная микрофлора приобретает большое значение в возникновении или развитии болезни, способствуя либо препятствуя ее проявлению. Иногда обычная микрофлора становится источником тех патогенных или условно-патогенных заразных агентов, которые обуславливают эндогенное инфицирование, проявление вторичных инфекций. Однако существуют ситуации, когда многие бактериальные и грибковые агенты вызывают заболевания даже в оптимальных условиях содержания животных [4, 5].

При этом нормальная микрофлора рептилий содержит много видов грибов. При обследовании микрофлоры кишечника 29 африканских карликовых крокодилов (*Osteolaemus tetraspis*) было выделено 20 видов грибов [6]. Из кишечника двухсот обычных агам (*Agama agama*) был выделен *Basidiobolus*, *Aspergillus* (Аспергиллез), *Candida* (кандидоз), *Penicillium* (пенициллез), *Fusarium* и *Mucor*. [7]. Дрожжеподобные присутствуют в кишечнике змеевидных у травоядных зелёных черепах и ящеровидных [8,9]. Дрожжевые были обнаружены в кишечнике, а также на коже, в глазах, печени, в меньшей степени в лёгких и почках [8]. Культура дрожжевых или сапрофитных оппортунистических грибов из экскрементов рептилий не клинически значима, если речь не идёт о желудочно-кишечных признаках, септированных гифах грибов, или же о клетках почкующихся дрожжей, которые видны на фекальном мазке.

Условно микозы разделяют на поверхностные (дерматомикозы) и глубокие (системные), и те и другие могут быть локальными или диссеминированными [10, 11]. Диагностика их в современной ветеринарной медицине до сих пор затруднительна, глубокие нагноения или соматические микозы часто протекают как скрытые инфекции, медленные, прогрессирующие. Их трудно распознать и, следовательно, они остаются не выявленными до тех пор, пока не применяют лапароскопическую диагностику, или пока это не выявится на патологоанатомическом вскрытии трупа. Проще выявить микозы кожи, но они практически неотличимы от кожных поражений, вызванных бактериальными инфекциями, и часто ошибочно диагностируются как таковые [5].

Симптоматика поверхностных микозов чаще всего протекает в виде поражения панциря, гиперкератоза, помутнения и изменении рогового слоя. Проявляются нарушением процесса линьки и изменения формы чешуек. Наиболее часто выделяют с поверхности кожи грибы рода *Mucor*, *Candida*, *Fusarium* [12, 13, 14, 8].

Системные микозы встречаются реже. Как правило, их обычно изолируют у крупных крокодилов и черепах. Чаще поражаются легкие с последующей генерализацией инфекции [15]. Описаны случаи первичного поражения печени, селезенки и миокарда [16]. Инфекционными агентами, как правило, являются *Aspergillus*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Fusarium* и *Acremonium*.

**Цель исследований.** Проведение микологических исследований кожных покровов пресмыкающихся, находящихся в условиях неволи.

**Задачи исследований.** Микологический анализ поверхности кожи рептилий, содержащихся в условиях неволи. Изучение культуральных и морфологических особенностей выделенных микроскопических грибов, а также определение их родовой и видовой принадлежности. Определение патогенности путем проведения биологической пробы.

**Материалы и методы исследований.** Работа выполнена на базе кафедры эпизоотологии и паразитологии Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины ФГОУ ВПО «КрасГАУ» в 2011 г. Исследования проводились в соответствии с планом научно-исследовательской работы и являются частью комплексных исследований по эпизоотологическому мониторингу животных по заразным болезням животных в условиях Красноярского края.

Объектом исследований являлись рептилии содержащиеся в условиях неволи в частных коллекциях города Красноярска, а именно подотряд змеи (*Ophidia*), семейство Ложноногие змеи (*Boidea*), род Настоящие питоны, вид тигровый питон (*Python molurus*). Материалом служили смывы с кожи животных

Исследованию подверглись 5 групп животных, каждая из которых содержится в отдельном изолированном террариуме, построенных согласно нормам и требованиям. В каждой группе по 5 особей. Средний возраст 4 года. Кормление осуществлялось в соответствии с рационами, рекомендованными учеными-герпетологами.

Смывы с кожи были сделаны специальным зонд-тампон тупфером с транспортной средой Amies. На базе лаборатории кафедры эпизоотологии и паразитологии были проведены посевы на специальные питательные среды: агар Чапека и агар Сабуро согласно методике [10]. Среда были приготовлены самостоятельно по рецептуре [17]. Посевы инкубировали в течение 10–14 дней при температуре 25–28°C. После необходимой экспозиции был изучен характер роста выделенных культур и приготовлены препараты методом «придавленная капля».

Для этого на чистое предметное нанесли каплю водного 50 % раствора глицерина, а затем иглой осторожно отбирали небольшое количество мицелия гриба, стараясь не повредить его, и внесли в каплю жидкости, аккуратно снимая его другой иглой. Препарат накрыли покровным стеклом и, оттянув избыток жидкости кусочком фильтровальной бумаги, изучили вначале под малым, а затем под большим увеличением. Идентификацию грибов проводили по определителю.

Определение токсичности грибов проводили методом пробы на коже кролика.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При исследовании роста грибов на питательных средах установили, что он характеризовался большим многообразием. После изучения морфологических осо-

бенностей структур клеток гриба для дальнейшей идентификации микроорганизмов воспользовались определителем грибов [18]. Видовой состав выглядит следующим образом: *Mucor nigricans*, *Alternaria*, *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium crustosum* и *Candida albicans*, а также ныне отнесенные к проактиномицетам бактерии семейства Actinomycetales. Результаты идентификации микроскопических грибов представлены в таблице.

**Результаты идентификации микроскопических грибов**

Материал пробы	Количество проб	Выделено культур	В том числе											
			Mucor. nigricans		Aspergillus fumigatus		Alternaria		Fusarium oxysporum		Penicillium crustosum		Candida albicans	
			Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
1-я группа	5	8	3	37,5	1	12,5	2	25	-	-	-	-	2	25
2-я группа	5	12	2	17	1	8	2	17	3	25	3	25	1	8
3-я группа	5	11	2	18	2	18	2	18	2	18	2	18	1	10
4-я группа	5	13	3	23,5	1	8	2	15	2	15	2	15	3	23,5
5-я группа	5	12	2	17	2	17	2	17	4	33	1	8	1	8
Всего	15	56	12	21	7	12,5	10	18	11	20	8	14,25	8	14,25

*Mucor* относится к низшим совершенным грибам класса Zygomycetes. Является возбудителем Мукормикоза. В процессе лабораторных исследований встречался наиболее часто (рис. 1). В чашках Петри наблюдали в виде войлочных пушистого, растающего в среду, мицелия темно-коричневого и черного цвета (рис. 1, 5). На микропрепарате структура гриба представлена одноклеточным мицелием, от которого отходит спорангионосец, на конце которого находится шаровидный спорангий с овальными эндоспорами (рис. 2).

**Обзор грибковой микрофлоры кожи рептилий**

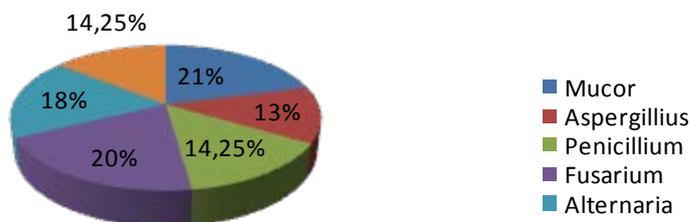


Рис. 1. Макрокартина *Mucor nigricans*

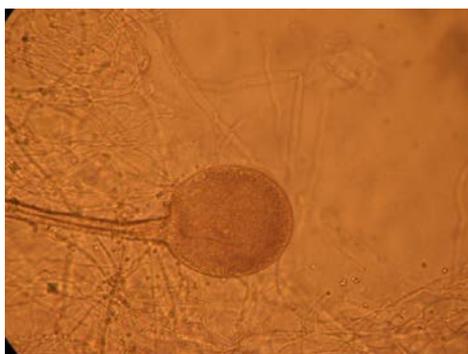


Рис. 2. Микрокартина *Mucor nigricans*  
Увеличение X 400

В результате исследований идентифицировали гриб из рода *Alternaria* – класс высших грибов. Это условно-патогенный сапрофит. Строма бесцветная. При нашем исследовании на агаре Сабуро – это черные бархатистые колонии с небольшими белыми центрами (рис. 3). Под микроскопом мы наблюдали неправильной формы конидии с поперечными перегородками, напоминающими гранату или лимонку (рис. 4).



Рис. 3. Макрокартина *Alternaria*

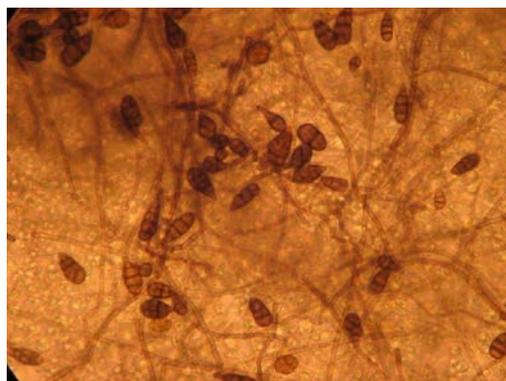


Рис. 4. Микрокартина конидии *Alternaria*.  
Увеличение X 400

При идентификации обнаружили гриб из рода *Aspergillus*, который относится к классу высших грибов и способный вызывать аспергиллез различных видов животных. У *Aspergillus fumigatus* на агаре Сабуро наблюдался рост в виде широко распространяющихся бархатистых колоний (рис. 5). Конидиеносцы прямостоящие, большей частью не ветвящиеся, с перегородками в нижней части. Боковые стенки конидиеносцев утолщенные, бесцветные, гладкие или шероховатые. На конце конидиеносца находится грушевидное вздутие, несущее стеригмы. Стеригмы расположены радиально на поверхности всего вздутия (рис. 6).



Рис. 5. Макрокартина гриба *Mucor nigricans*, *Aspergillus fumigatus*, *Actinomycetales*



Рис. 6. Микрокартина гриба *Aspergillus fumigatus*.  
Увеличение X 400

Гриб рода *Penicillium* – класс высших грибов (насчитывается свыше 800 видов *Penicillium*). В нашем исследовании представлен плотным, почти не ветвящимся, субстратным, от светло- до темно-зеленого цвета мицелием (рис. 7). На микрокартине видны одиночные конидиеносцы, кисточки многомутомчатые, конидии круглые и эллиптические

*Candida* – дрожжеподобный гриб, одноклеточный микроорганизм, который образуют колонии относительно большой величины. В нашем исследовании представлен культурой округлой формы, с гладкой, слегка шероховатой, матовой поверхностью, ровными и волнистыми краями (рис. 7).

Грибы рода *Fusarium* вызывают заболевание фузариотоксикоз. Эта группа грибов состоит из 8 секций, и они имеют 27 видов и 28 разновидностей. На агаре Сабуро рост в виде развитого пушистого мицелия, оранжевого цвета (рис. 5, 7). Микрокартина выглядит следующим образом: конидии удлиненные, разнообразно согнутые с несколькими перегородками, образуют хламидоспоры – одиночные или в цепочках.



Рис. 7. Макрокартина грибов *Penicillium crustosum* и *Candida albicans* и *Fusarium oxysporum*

Для подтверждения патогенности токсинов грибов *Aspergillus fumigates* и *Penicillium crustosum* был проведен биологический метод исследования на кроликах в соответствии с методикой. Для этого животным вводили внутривенно суспензию спор грибов в объеме  $0,6 \times 10^6$ . Каждой культурой было заражено по три животных. В общей сложности было заражено 45 кроликов. По истечении 15 дней была проведена эутаназия и проведено патологоанатомическое вскрытие. При осмотре брюшной и грудной полости было отмечены прижизненные изменения органов у 15 (71 %) кроликов, зараженных спорами Аспергилиуса и 13 (54 %) животных, зараженных спорами Пеницилиума, а именно: легкие усеяны многочисленными плотными узелками величиной от просеянного зерна до фасоли, неправильной формы. На разрезе тусклые, с сухой крошащейся некротизированной центральной частью, окруженной пояском ткани серо-белого цвета. Легочная ткань, окружающая узелки, отечна, воспалена. На микропрепарате, окрашенном гематоксилин-эозином, при среднем увеличении видны альвеолы, заполненные гистиоцитами, лимфоидными клетками, слущившимся респираторным эпителием и лейкоцитами. Среди клеточных форм имеются многочисленные нити мицелия, растущего в различных направлениях. Лишь только у трех кроликов не было отмечено каких-либо изменений внутренних органов, что подтверждает патогенность культур грибов *Aspergillus* и *Penicillium*.

### Выводы

1. Основная грибковая микрофлора поверхности кожи рептилий, содержащихся в условиях неволи, представлена следующими видами: *Mucor nigricans* (21 %), *Fusarium oxysporum* (20 %), *Alternaria* (18 %), *Penicillium crustosum* (14,25 %), *Candida albicans* (14,25 %), *Aspergillus fumigates* (12,5 %).
2. При отсутствии клинических симптомов у рептилий обнаружение культур грибов аспергилиус, пеницилиум свидетельствует о здоровом миконосительстве как одной из форм инфекционного процесса, при котором наступает равновесие между микро- и макроорганизмом.
3. Высокий процент патогенных культур *Aspergillus fumigates* (71 %) и *Penicillium crustosum* (54 %), выявленный методом биологической пробы на лабораторных животных, свидетельствует о том, что теплокровные животные могут быть чувствительны к инфицированию.

### Литература

1. Маноян М.Г., Овчинников Р.С., Гайнуллина А.Г. Проблема бессимптомного миконосительства у домашних животных, ее социальная значимость и пути решения // Современная микология в России: тез. докл. Второго съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологии, 2008. – Т. 2.
2. Васильев Д.Б. Черепахи. Болезни и лечение. – М.: Аквариум-Принт, 2005. – С. 252, 248, 302–306, 16.
3. Pare J.A., Sigler L., Rypien K.L. 2003. Cutaneous mycobiota of captive squamate reptiles with notes on the scarcity of *Chrysosporium* anamorph of *Nannizziopsis vriesii*. *J. Herpetol Med Surg* 13:10–15.
4. Интизаров М.М. Микрофлора тела животного. – М.: Изд-во Моск. вет. акад., 1989. – 20 с.
5. Jacobson E. Elliot Jacobson Infectious diseases and pathology of reptiles. – London CRG, 2008. – 723 p.
6. Huchzermeyer F.W., Henton M.M., Riley J. 2000. Aerobic intestinal flora of wild – caught African dwarf crocodiles, *Osteolaemus tetraspis*. *Onderstepoort J Vet Res* 67: 201–204
7. Enweani I.B., Uwaeh J.C., Bello C.S.S. 1997. Fungal carriage in lizards. – *Mycoses* 42:115–117.
8. Kostka V.M., Hoffman L., Balks E., Eskens U. 1997. Review of the literature and investigations on the prevalence and consequences of yeasts in reptiles. *Vet Rec* 140:282–287
9. Milde K., Kostka V., Kaleta E.F., Willems H. 2000. Multiplex – PCR – based differentiation and characterization of *Candida* isolates derived from tortoises (*Testudinidae*) *Vet Microbiol* 76: 395–402
10. Зькин Л.Ф., Хапцев З.Ю. Клиническая микробиология для ветеринарных врачей. – М.: КолосС, 2006. – 96 с.
11. Васильев Д.Б. Ветеринарная герпетология: ящерицы. – М.: Проект-Ф, 2005. – С. 277–281.
12. Бабкина Т.Н. Полозюк О.Н. Донской ГАУ Микозы рептилий. [http://www.dompitomci.ru/doc/vet/vet\\_doc/nc\\_98/nc\\_98-2033.html](http://www.dompitomci.ru/doc/vet/vet_doc/nc_98/nc_98-2033.html).
13. Яровке Д., Ланде Ю. Рептилии и лечение. – М.: Аквариум-Принт, 2005. – 324 с.
14. Rose F. L., Koke J., Koehn R. 2001. Identification of the etiological agent for necrotizing scute disease in the Texas tortoise. *J. Wildl. Dis.* – Vol. 37. – P. 223–228.
15. Austwick PKC and Keymer IF 1981. Fungi and actinomycetes, in *Diseases of the Reptilia*.
16. Oros J., Ramirez A.S., Poveda J.B., Rodriguez J.L. 1996. Systemic mycosis caused by *Penicillium brevicompactum* in a Seychelles giant tortoise (*Megalochelys gigantea*). *Vet Rec* 139:295–296.

17. Лабинская А.С., Бликова Л.П., Ещина А.С. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований. – М.: Медицина, 2004. – 576 с.
18. Самтон Д.М., Фотергилл А. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов. – М.: Мир, 2001. – 486 с.



УДК 619:612.014+619:616-091

А.В. Оспищев, А.С. Кашин, Г.В. Кашина

### КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ДЕЗИНТОКСИКАЦИОННОЙ ПРОФИЛАКТИКИ И ФАРМАКОКОРРЕКЦИИ ПРИ АНТРОПОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЕЗНЯХ ТЕЛЯТ

*В статье рассматривается роль антропогенных экотоксикантов в возникновении и распространении органопатологии телят, возможности профилактики и фармакокоррекции. Описаны характерные черты развития антропогенно-экологических болезней молодняка крупного рогатого скота. Представлена гормоноподобная активность ксенобиотиков. Приведены эффективные методы и средства дезинтоксикации.*

**Ключевые слова:** ксенобиотики, экотоксиканты, антропогенно-экологические болезни, телята, методы профилактики и фармакокоррекции.

A.V. Ospishchev, A.S. Kashin, G.V. Kashina

### COMPLEX SYSTEM FOR DETOXICATION PREVENTION AND PHARMACOCORRECTION IN CASE OF CALF ANTHROPOGENIC AND ECOLOGICAL DISEASES

*Role of the anthropogenous ecotoxicants in occurrence and distribution of calf organopathology, the possibilities of prevention and pharmacocorrection is considered in the article. Characteristic features of development of the young cattle anthropogenous and ecological diseases are described. Xenobiotic hormone-like activity is given. Effective techniques and means of detoxication are given.*

**Key words:** xenobiotics, ecotoxicants, anthropogenous and ecological diseases, calves, techniques of prevention and pharmacocorrection.

---

Накопленные нами в течение последних 30 лет данные комплексных ветеринарно-экологических исследований подтвердили гипотезу о том, что в ряде регионов РФ с напряженной эколого-антропогенной обстановкой усиливалось хроническое трансплацентарное повреждающее воздействие антропогенных экотоксикантов малой интенсивности на плод в системе «мать-плацента – плод-приплод». При современных уровнях систематического поступления и накопления экотоксикантов в организме продуктивных животных сформировавшиеся механизмы защиты в ходе эволюции уже не могут достаточно надежно защищать организм от антропогенного воздействия. Данные проблемы имеют тенденции к росту и обострению [1, 2, 3, 4, 7 и др.].

Интенсивная антропогенно-экологическая нагрузка на организм матери приводит к внутриутробному накоплению ксенобиотиков (ксенос – чужеродный) в организме плода. В результате дестабилизации и деградациии липидного биослоя мембран и нарушения структурно-функциональных свойств («старения») клеток плаценты матери и плода экотоксиканты беспрепятственно начинают проникать в органы и ткани эмбриона и плода, приводящие к неадекватности и истощению резервных возможностей защитных механизмов новорожденного теленка и как следствие ответная реакция популяции особей проявляется в виде повышенной заболеваемости и гибели (до 90 %) в первые 10 дней жизни с характерными клиническими патоморфологическими особенностями течения болезней, что позволяет отличать антропогенно-экологически обусловленные болезни (АЭБ) от природно-очаговых и эндемически обусловленных болезней.

Поэтому практическим ветеринарным специалистам необходимо уметь выделять общие и характерные черты развития антропогенно-экологических органопатологий и болезней (АЭБ) молодняка крупного рогатого скота.

**Постоянные черты.** АЭБ телят – проявление неожиданного увеличения общей неспецифической заболеваемости с преобладанием нескольких основных синдромов. Общим признаком АЭБ является клиническая полисиндромность, провоцируемая одним действующим антропогенным фактором. На первом этапе заболевают не все особи в популяции, что отличает АЭБ от массовых отравлений. Поэтому признаки АЭБ способствуют не диагностике, сколько маскировке, так как ведущий этиологический фактор длительное время может оставаться не выявленным.

Характерной чертой АЭБ является длительный латентный период, в течение которого происходит накопление эффективного ответа на хроническое воздействие экотоксикантов малой интенсивности. При этом в организме кумулируется не столько сам антропогенный фактор, сколько **суммарный повреждающий эффект (функциональная кумуляция)** его воздействия, трансформирующий в клинические очерченные синдромы. Следовательно, ветеринарной практике нужны высокочувствительные методы индикации для доказательства связи повышения заболеваемости с антропогенными факторами.

Течение АЭБ сопровождается массовым снижением общей иммунологической и угнетением активности гуморальных и клеточных механизмов естественной резистентности организма коровы-матери и новорожденного теленка, нарушением синтеза специфических антител, подавлением бактерицидной активности сыворотки, фагоцитарной активности лейкоцитов, уменьшением содержания лизоцима, нарушением переработки антигенной информации, торможением синтеза антител (макроглобулинов) и, как следствие, снижением эффективности поствакцинального иммунного ответа.

Репродуктивная система стала одной из главных мишеней неблагоприятных средовых факторов (репродуктивных токсикантов), названных гормоноподобными ксенобиотиками (ГПК), взаимодействующих с рецепторами половых стероидов и модулирующих действия последних на ткани-мишени. Гормоноподобная активность ксенобиотиков проявляется на всех этапах репродуктивного процесса, начиная с созревания половых клеток, оплодотворения и заканчивая эмбриогенезом и плодным периодом развития. Особую опасность представляет действие ГПК на организм эмбриона, плода и новорожденного, так как их последствия будут проявляться у потомства. Этот феномен получил название «генетический груз» и становится одной из центральных проблем ветеринарной экологии как в контексте возможного увеличения частоты различных наследственных заболеваний, так и в связи с возможным появлением хромосомных и генных мутаций в соматических клетках, приводящих к повышению частоты различных злокачественных новообразований, в т.ч. и лейкозов [5, 6].

Основной признак АЭБ – это устойчивость к традиционным компенсационным методам терапии и профилактики на фоне продолжающегося действия агрессивного экологического фактора. Только устранение этого антропогенного фактора обеспечивает успех лечебно-профилактических мероприятий.

Многообразие механизмов развития антропогенно-экологической органопатологии и АЭБ не исчерпываются приведенными вариантами патогенеза. В частности, нельзя не учитывать прямое влияние экотоксикантов на ткани, т.е. хроническую интоксикацию с преимущественным воздействием инкорпорированных веществ на отдельные органы и системы, в т.ч. и на регулирующие структуры – нервную систему, гипоталамус, эндокринные органы. Следует иметь в виду также канцерогенный, тератогенный и мутагенный эффекты, свойственные отдельным ксенобиотикам. Суперэкотоксиканты (диоксины, полихлорбифенилы, тяжелые металлы и др.) способны оказывать эмбриотоксический эффект, усиливать действия других ксенобиотиков.

Приведенные критерии АЭБ и органопатологий по дизадаптивным болезням молодняка дают основание для выделения их в отдельную группу, отличающуюся от обычных для данной популяции заболеваний, массовых отравлений, радиационных поражений и инфекционных болезней.

Назрела необходимость нового подхода к обеспечению ветеринарного благополучия животноводства в регионах с напряженной экологической ситуацией. При этом не исключаются разработанные и проверенные практикой рекомендации эффективные методы и фармакологические средства, но к ним привносятся ряд новых подходов и положений, вытекающих из приведенной концепции, – это организационно-хозяйственные, ветеринарно-санитарные и дезинтоксикационные мероприятия.

## 1. Организационно-хозяйственные мероприятия

1.1. Плановое обеспечение эколого-токсикологического мониторинга объектов ветнадзора на предмет загрязнения наиболее токсичными тяжелыми металлами (Cd, Pb, Hg, As, Cu, Ni, Cr, Zn), метаболитами и изомерами пестицидов (ГХЦГ, ДДТ и др.), полихлорбифенилами, диоксинами, микотоксинами (Т-2 и В-1), нитратами и нитритами, радионуклидами (Cs-137 и Sr-90) согласно требованиям нового ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (2005), ГОСТ РФ 51074-2003 «Продукты пищевые, информация для по-

требителя. Общие требования» и СанПин 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

1.2. По результатам мониторинга организовать ранжирование территориально-производственных систем агроприродопользования по совокупности антропогенных нагрузок, определить доминантные (приоритетные) экотоксиканты – факторы формирования актуальных и потенциальных ветеринарно-экологических проблем и ситуаций; установить закономерности их возникновения и источников экологического риска региона.

1.3. На основе полученных материалов разработать и составить карты ветеринарно-экологических ситуаций района или региона, позволяющие адекватно прогнозировать структуры предпосылок формирования антропогенно-экологических болезней продуктивных животных; установить скрытые причинно-следственные связи между возникновением, развитием и распространением антропогенно-экологически обусловленных болезней молодняка продуктивных животных и уровнями загрязняющего полифакторного комплекса окружающей среды животноводческого хозяйства, района и региона.

1.4. Организовать и провести экологическую паспортизацию всех сфер сельскохозяйственного и животноводческого производства.

### **2. Ветеринарно-санитарные мероприятия**

2.1. Организовать в животноводческих хозяйствах, фермерских частных предприятиях постоянно действующие модульные группы животных за контролем их здоровья по клинико-морфобиохимическим и иммунологическим параметрам, соответствия уровня промежуточного обмена и физиологического состояния популяции возрастному периоду роста и развитию сезону года.

2.2. Организовать контрольные исследования рациона кормов (грубых, сочных, зернофуража) в период их заготовки и хранения на наличие остаточных количеств токсикозэлементов, метаболитов, устойчивых органических загрязнителей (пестицидов, полихлорбифенилов, диоксинов, гептила и др.), микотоксинов, нитратов и нитритов, радионуклидов (Cs-137, Sr-90).

2.3. По результатам мониторинга необходимо производить расчеты предельно-допустимых уровней (ПДУ экотоксикантов в суточном рационе и их допустимых уровней (ДУ) в отдельных компонентах рациона продуктивных животных. В условиях их превышения ПДУ и ДУ в отдельных компонентах рациона корма следует использовать дифференцированно в зависимости от ориентации и направления используемых продуктивных животных с учетом установленных коэффициентов перехода экотоксикантов в продукции животноводства (мясо или молока) для каждого района или отдельно взятого хозяйства.

### **3. Дезинтоксикационные средства: характеристика и принципы их применения**

Защита окружающей среды агроприродопользования и биогеохимической пищевой цепи в системе «почва-кормовое растение-животное-продукты животного происхождения» является актуальной научно-технической задачей. Сегодня с успехом применяют агротехнические приемы с применением технологических, агрохимических и фитозащитных мероприятий, направленных на снижение подвижности экотоксикантов в почве (особенно тяжелых металлов) и, следовательно, на уменьшение их поступления в кормовые растения и в организм продуктивных животных. К доступным агрохимическим мероприятиям следует отнести известкование, внесение органических удобрений, которые способствуют формированию малорастворимых соединений, в результате снижаются подвижность экотоксикантов и их миграция. Однако даже снятие загрязненного ксенобиотиками поверхностного слоя почвы и рекомендуемые агрохимические приемы по рекультивации почв не решают в полной мере проблем дезинтоксикации кормовых растений. Рекультивация загрязненных водоемов практически не проводится.

В ряде экологически неблагополучных хозяйствах по ряду объективных причин невозможно исключить из рациона животных корма и воду с высоким содержанием экотоксикантов.

Установлено, что своеобразным свойством организма, направленным на собственную «детоксикацию», является аккумуляция экотоксикантов в жировой ткани. Выведение (элиминация) ксенобиотиков антропогенного происхождения из организма продуктивных животных чрезвычайно сложно и крайне затруднительно. Методы ускоренного очищения организма, такие, как гемодиализ и гемосорбция, оказываются трудоемкими и малодоступными для практики. Дезинтоксикационная (фармакологическая) терапия становится основным способом детоксикации организма коров-матерей и новорожденных (приплода).

Термин «**дезинтоксикация**» (фр. Des – уничтожение, удаление токсинов) означает комплекс реакций организма, направленных на уменьшение биологической активности и концентрации ксенобиотиков, а также на нормализацию нарушенных ими структур и функций. Основными механизмами дезинтоксикации являются фиксация, обезвреживание и ускорение выделения антропогенных соединений из организма.

Термин «**детоксикация**» (от лат. De – прекращение, удаление) употребляется как один из механизмов *дезинтоксикации*, проявляющийся как процесс обезвреживания ксенобиотиков путем метаболических превращений экотоксикантов в результате включения их в окислительные, восстановительные, гидролитические и некоторые другие реакции. Следует отметить, что организм животных обладает ярко выраженными гидролитическими способностями. Имея мощную систему окислительных ферментов, подвергает окислительной деградациии попавшие в клетки и ткани ксенобиотиков самой различной химической структурой.

В общих принципах среди методов дезинтоксикации следует выделить специфические (этиотропные) и неспецифические (патогенетические и симптоматические) группы средств. К первой группе относят энтеросорбционные средства, которые, обладая высокоэффективными энтеросорбционными, декорпорирующими и детоксицирующими свойствами, вступают в организме животных в прямое взаимодействие с экотоксикантами, нейтрализуя их. Это различные природные минеральные адсорбенты: цеолиты, бентониты, сапропель, хитин и его производные (хитозан, хитоформ, микотон), микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ), гуминовые препараты (гумат натрия, гумадапт) и синтетические: зоосорб, энтеросорбент ЭСТ-1, полисорб – ВП, атокс и др. Детоксицирующее действие сорбентов обуславливается их избирательной способностью хелатировать (захватывать и удалять), поглощать, связывать и тем самым обеспечивать выведение из организма экзо- и эндотоксинов, ионов тяжелых металлов, радионуклидов, метаболитов пестицидов; тормозят перекисное окисление липидов мембран и т.д. Поэтому рекомендуем их применять для детоксикации ксенобиотков в организме беременных коров и первотелок за 2–3 мес. до отела (в сухостое) ежедневно 1 раз в сутки и в последующие 14–20 дней пребывания их в РПБ согласно инструкциям по их применению.

Химическая нейтрализация ксенобиотиков, которые находятся в свободном состоянии в крови продуктивных животных, возможна в результате реакций обезвреживающего синтеза. При этом образуются (синтезируются) новые нетоксичные соединения, легко выделяющиеся из организма. Наиболее эффективны с этой целью тиосульфаты натрия и кальция, гемодез, глюкоза, полидез, полиглюкин, гипохлорит натрия, гидрокарбонат натрия, витамины А, С, группа В и др.

Действие дезинтоксикантов при хронических воздействиях техногенных факторов на организм животных должно быть направлено на обезвреживание и ускоренное выведение поллютантов из организма, восстановление функций органов и систем с учетом избирательной токсичности химических соединений. Типичными представителями для этих целей являются комплексоны. Это в основном производные аминокдисульфатной кислоты, образующие с ионами тяжелых, щелочных и редкоземельных металлов малотоксичные, хорошо растворимые соединения (хелаты), которые легко выводятся из организма через почки. Комплексоны, как тетацин-кальций, пентацин, фосфицин и десфероксамин, применяют обычно внутривенно, так как из желудочно-кишечного тракта они всасываются в очень незначительных количествах.

Противовесом свободно-радикальному окислению липидов является усиление системы антиоксидантной (противоокислительной) защиты организма. Уникальны природными антиоксидантными обширные группы биофлавоноидов, содержащиеся исключительно в кормовых растениях, такие, как токоферолы (витамин Е, альфа-токоферола ацетат – самый активный из 8 токоферолов). Убихинон (коэмзин Q10), аминокислоты, гистадин, глутатион, метионин, цистеин, цистин), а также пуриновые и пиримидиновые нуклеотиды, ионол, хлороквин и биоантиоксидант калия. Очень большое значение имеет введение в организм селена, витаминов Е, С и препаратов бета-каротина – веторона и витатона. Все перечисленные антиоксиданты обладают свойствами синергизма, взаимоусиливают эффективность друг друга во много раз. Важно и то, что при дефиците какого-либо компонента нарушается или даже вовсе прекращается действие другого антиоксиданта, хотя его количество и будет достаточным в организме. Например, для обеспечения нормальной деятельности антиоксидантной, иммунной и детоксицирующей систем организма рекомендуется коровам за 20–30 дней до предполагаемого отела вводить внутримышечно 0,1 % раствора селенита натрия в дозе по 2 мл на 100 кг массы тела. Деполен вводят в виде суспензии подкожно в области шеи из расчета 1 мг (по АДВ) или 0,02 мл на 1 кг массы тела животного, ДАФС-25 (диацетофенонилселенид) в дозе 0,1 мг/кг сухого вещества корма – 1 раз в неделю. В качестве стабилизаторов липидного биослоя мембран с успехом можно использовать липазу, фосфолипазу и мембранопротектора – никотиноамид в дозе (ориентировочные) по 30 мг/кг и хлороквин – по 20 мг/кг в сутки.

В качестве эффективных сорбентов радиоактивного цезия рекомендует использовать ферроцианид-но-бентонитовый комплекс ХЖ-90, ферроцин и ферроцин-2. Их изобретательная способность обеспечивает замену катионов калия, натрия или аммония на цезий. При этом щелочно-земельные элементы остаются в организме.

Среди компонентов рациона коров, обладающих радиопротекторными, антиоксидантными и иммуностимулирующими свойствами, привлекают внимание своей активностью растительные полифенолы. Эти вещества широко распространены в бобовых кормовых растениях и сорго. Одними из эффективных функциональных компонентов пищевых добавок являются пектиновые вещества, которые химически связывают и выводят из организма радиоактивные изотопы, токсичные металлы, оказывают противовирусное действие. Пектин – один из самых распространенных полисахаридов, содержащийся в достаточном количестве в растительном сырье и входит в состав клеточных стенок и межклеточных образований, срединных пластинок, в клеточном соке всех высших растений и особенно клубнеплодов (картофель, топинамбур), корнеплодов (свекла, морковь), стеблей и соцветия-корзинки подсолнечника, коры хвойных пород деревьев (сосна, ель, лиственница). Наиболее богатыми препаратами оказались пектины из мелкоплодных яблок Сибири и облепихи [8].

Поэтому основу дезинтоксикации ксенобиотиков в условиях хозяйств с неблагоприятной экологической ситуацией составляет введение в рацион коров и нетелей в сухостойный период корнеклубнеплодов до 8 % (5–10 кг на голову) или патоки (0,5–1 кг/гол.), жома из плодов облепихи в дозе 600 г/гол. в сутки. С успехом можно использовать шрот подсолнечный, жмых конопляный, которые богаты фитином.

Адаптогенные стресс-корректоры наиболее целесообразно применять для повышения естественной общей неспецифической резистентности и уменьшения отрицательных последствий эколого-адапционного стресс-синдрома. На практике чаще используются адаптогены природного и синтетического происхождения: препараты группы женьшеня, экстракты элеутерококка, левзеи, золотого корня, а также дибазол, метабилиты глутаминовой и янтарной кислот, фенибут, тканевые препараты по академику В.П. Филатову.

В качестве гепатотропных средств беременным коровам в сухостое рекомендуется скармливать: дипровит (в суточной дозе по 5–6 г на животное), липовит С с кормом по 2,5–5,0 мг/кг массы тела животного, дипромоний соответственно по 2,0–2,5 мг/кг [1].

Для профилактики и лечения дисбактериоза, нарушения обмена веществ, детоксикации отдельных эндогенных и экзогенных токсинов, создания неспецифической защиты кишечника от патогенных бактерий рекомендуем использовать пробиотики (эубиотики) – биологические препараты, представляющие стабилизированные культуры симбионтных микроорганизмов или продукты их ферментации. Наиболее широкое применение находят бифидобактерин, витосубалин, ветом-1.1, бифацидобактерин, споробактерин, пробиотик «Сибирский», интесовит, лактицид и другие, имеющие высокую профилактическую, экономическую и технологическую эффективность, способствующие улучшению экологии окружающей среды вокруг животноводческих помещений. Ветом-1.1 способен синтезировать интерферон и стимулировать иммунитет у молодняка.

В качестве препаратов, корригирующих процессы иммунитета (иммуномодуляции), следует шире использовать фармакологические средства экзогенной и эндогенной природы, а также синтетические, полученные в результате направленного синтеза (нуклеинат натрия, левамизол, полиоксидоний, тимоген). Высокоэффективны иммунорегуляторные пептиды (Т-активин, тималин, гликопин, гемамин, гамавит, димефосфон) полирибонат-нуклеиновой природы, цитокины (цитоден), интерфероны (вестин, миксоферон), гипериммунные сывороточные препараты. Высокую лечебно-профилактическую эффективность при пневмоэнтеритах на фоне проблемных ветеринарно-экологических ситуаций показывает разработанная нами "Детоксифицирующая квантовая поливалентная гипериммунная сыворотка".

Таким образом, в комплексном подходе к получению и выращиванию телят в условиях с высоким уровнем загрязнения этоксикантами территории агропроизводственного пользования необходимо следующее:

Для стельных коров в сухостое:

- провести очистку организма от накопившихся ксенобиотиков антропогенного происхождения с использованием детоксикантов;

- укрепить иммунную систему организма;

- ликвидировать дефициты питательных веществ;

- активизировать систему антиоксидантной защиты организма;

- помочь организму в усилении барьерных функций органов и тканей.

Для новорожденных телят:

- назначить детоксиканты, очищающие средства от этоксикантов;

- обеспечить организм витаминами, микро- и макроэлементами, аминокислотами, антиоксидантами, адаптогенами и пробиотиками;
- укрепить иммунную систему;
- нормализовать состав микрофлоры кишечника и активизировать выработку интерферона;
- усилить работу барьерных систем органов и тканей.

#### Результаты внедрения системы мер защиты при антропогенно-экологической органопатологии телят

Хозяйство	Внедрение системы мероприятий	Получено телят, гол.	Пало телят, гол.		Пало, %	
			всего	текущего года	к обороту	к народившимся
ЗАО «Рассвет»	До внедрения	511	122	117	11,4	22,8
	При внедрении	286	51	25	0,46	1,7
СПК «Алейский»	До внедрения	379	95	95	8,7	25,0
	При внедрении	258	35	21	2,7	8,1
СПК «Россия»	До внедрения	826	187	152	8,6	18,4
	При внедрении	403	10	6	0,4	1,6

Внедрение комплекса дезинтоксикационных мероприятий в экологически неблагоприятных хозяйствах Алтайского края способствовало сокращению числа заболеваемости телят до 70 %, повышению сохранности телят на 35–42 %, увеличению среднесуточных привесов живой массы на 28–56 %, экономии средств (6–9 руб. на 1 руб. затрат), затрачиваемых на приобретение дорогих импортных и биологически активных средств, улучшению санитарно-гигиенического и ветеринарно-экологического состояния агротерритории хозяйства и предприятия (табл.).

#### Литература

1. Концепция эколого-адапционной теории возникновения, развития массовой патологии и защиты здоровья животных в сельскохозяйственном производстве / В.С. Бузлама [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2000.
2. Кашин А.С. Об обеспечении устойчивого ветеринарного благополучия животноводства на фоне антропогенных аномалий региона // Вестн. РАСХН. – 2001. – № 5. – С. 76–78.
3. Кашин А.С., Гречкин А.П. Антропогенные экологические болезни телят. Профилактика и терапия // Ветеринария. – 2003. – № 3. – С. 39–42.
4. Ветеринарная генетика и селекция сельскохозяйственных животных / В.Л. Петухов [и др.]. – Новосибирск, 1995.
5. Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва-растение-животное-продукт питания человека / К.Я. Мотовилов [и др.]. – Новосибирск, 2004.
6. Загрязненность экологических систем токсикантами и актуальные вопросы современной фармакологии и токсикологии: мат-лы Междунар. конф. / М.И. Рабинович [и др.]. – Троицк, 1996.
7. Экологические проблемы ветеринарной медицины в Якутии / П.И. Смирнов [и др.]. – Якутск, 2000.
8. Типсина Н.Н. Технологии получения пектиносодержащих продуктов из мелкоплодных сибирских яблок. – Красноярск, 2007. – 191 с.



УДК 631.363

А.В. Бурмага, С.М. Доценко, С.В. Корбанёв

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-СМЕСИТЕЛЯ

*В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности применения измельчителей-смесителей для использования в линиях приготовления кормовых смесей на основе стебельных (силоса) и углеводистых (корнеклубнеплодов и тыквы) кормов. Предложен ряд рациональных схем по их практическому совершенствованию.*

**Ключевые слова:** измельчитель-смеситель, приготовление кормовых смесей, стебельные, углеводистые корма, эксперимент, оптимальные параметры.

A.V. Burmaga, S.M. Dotsenko, S.V. Korbanyov

### PERFECTION OF THE PROCESS OF FEED MIX PREPARATION AND MINCING-MIXING MACHINE PARAMETER SUBSTANTIATION

*The issues of efficiency increase of the mincing-mixing machine application in order to use in the lines for feed mix preparation on the basis of caulescent (silage) and carbohydrate (tuberous root and pumpkin) forage are considered in the article. A number of rational schemes on their practical perfection is offered.*

**Key words:** mincing-mixing machine, feed mix preparation, caulescent, carbohydrate forages, experiment, optimum parameters.

---

Известно, что кормление животных кормовыми смесями, в отличие от отдельного скармливания различных видов кормов, позволяет повысить продуктивность животных на 10–15 % и снизить потери кормов при их скармливании [1].

При этом доказано, что высокой эффективностью обладают кормовые смеси на основе стебельных и углеводисто-витаминных кормовых компонентов.

В этой связи проблемы включения такого кормового компонента, как тыква, в состав кормовых смесей для КРС является актуальной задачей.

**Цель исследований.** Обоснование возможности и целесообразности приготовления кормовых смесей на основе измельченных плодов тыквы и кукурузного силоса с помощью специального измельчителя-смесителя.

**Задачи исследований:** обосновать условия получения двухкомпонентной смеси с помощью принятой конструктивно-технологической схемы измельчителя-смесителя, а также оптимальные параметры получения такой смеси с помощью специального измельчителя-смесителя кормовых компонентов.

На основании анализа существующих конструктивно-технологических схем устройств для приготовления смесей на основе углеводистых и стебельных кормов, с учётом их преимуществ и недостатков авторами разработан измельчитель-смеситель для получения двухкомпонентной смеси на основании технических решений [2–4].

На рисунке 1 приведена технологическая схема получения такой смеси кормов с помощью разработанного устройства.

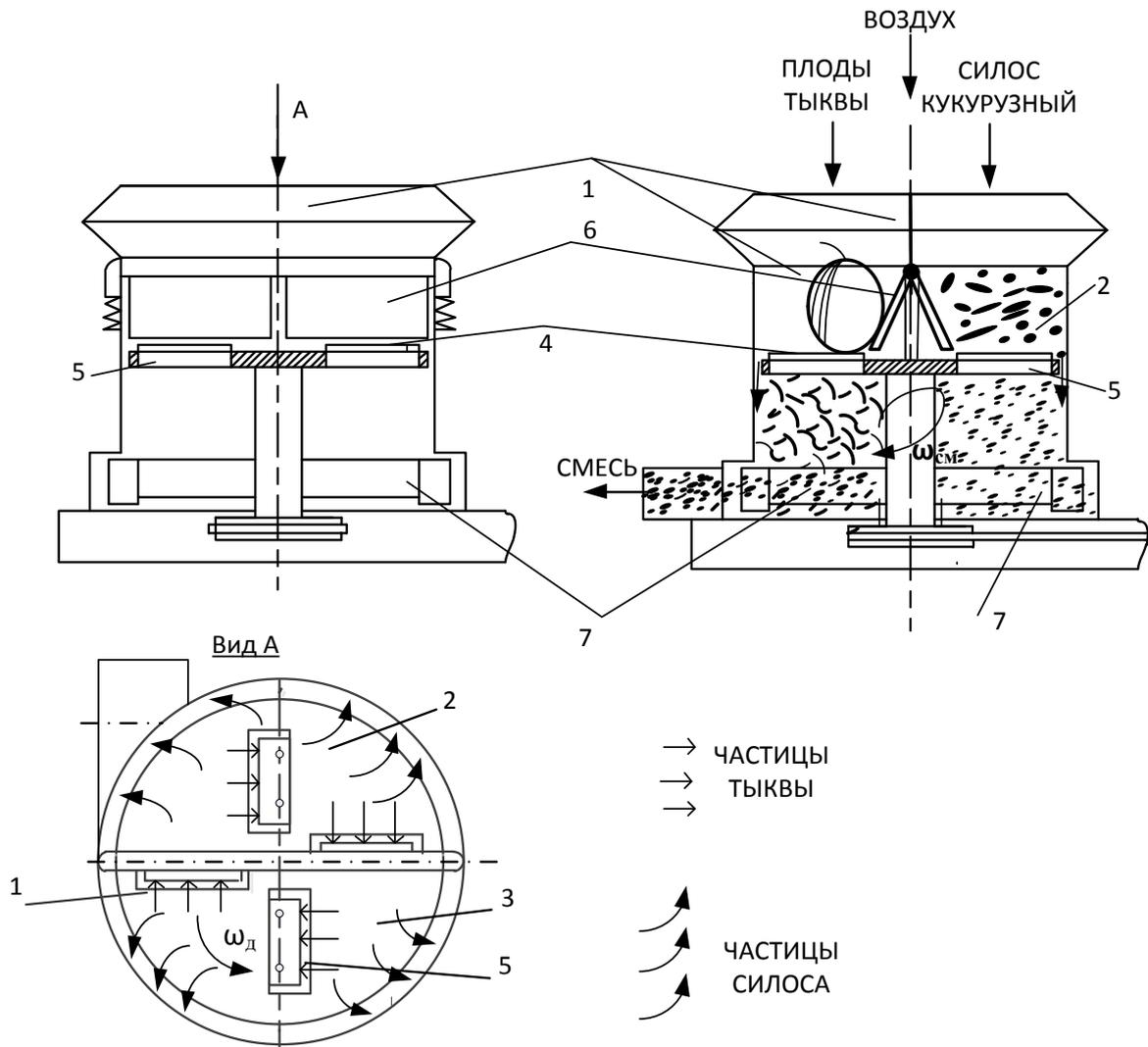


Рис. 1. Технологическая схема получения двухкомпонентной кормовой смеси с помощью измельчителя-смесителя (патент РФ №2124284): 1, 2 – камеры измельчения плодов тыквы и силоса; 3 – диск; 4 – ножи; 5 – окно диска; 6 – упорные пластины; 7 – смешивающе-выгрузные лопасти [2]

Рабочим органом измельчителя-смесителя является диск 3 с четырьмя ножами 4, которые крепятся к диску и располагаются выше уровня окон 6 на высоту  $h$ , выполненных в диске 3. В вертикальной плоскости по высоте корпус измельчителя-смесителя разделен на две камеры 1 и 2 посредством установленных упорных пластин 6. В нижней части бункера расположены лопасти 7, жёстко связанные с валом измельчителя-смесителя, обеспечивающие смешивание и выгрузку готовой смеси. С помощью транспортера плоды тыквы поочередно подаются в камеру измельчения плодов тыквы 1, попадают на поверхность диска с ножами и начинают вращаться вокруг своей оси в камере 1. При этом ножи снимают стружку с вращающегося плода тыквы, взаимодействующего супорной пластиной 6. Одновременно в другую камеру измельчения 2 подаётся кукурузный силосованный продукт, где происходит его доизмельчение. Измельчённые плоды тыквы и частицы до измельченного силоса попадают в нижнюю часть бункера измельчителя-смесителя, где смешиваются между собой, и готовая смесь выбрасывается через выгрузную горловину лопастями на приемный транспортер.

С целью обоснования параметров процесса получения композиции тыква-силос с помощью предложенного измельчителя-смесителя рассмотрено движение получаемых частиц в смешивающе-выгрузной камере измельчителя-смесителя.

В соответствии с принятой схемой рабочего процесса предложенного устройства частицы измельченных продуктов попадают в смешивающе-выгрузную камеру с сопредельной скоростью (рис. 2).

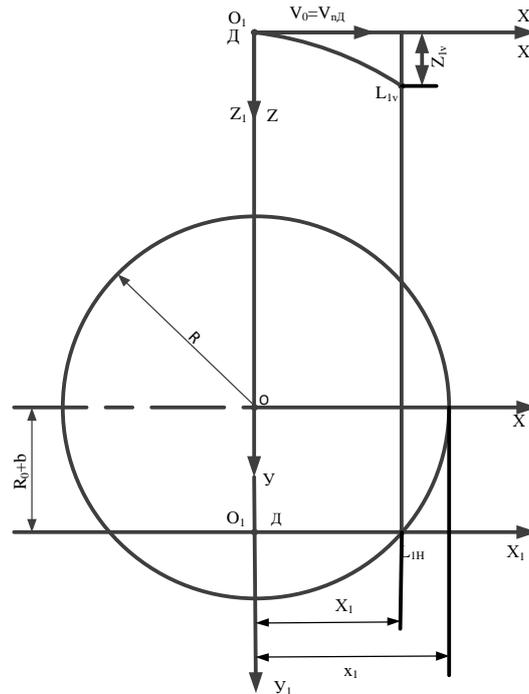


Рис. 2. Схема к определению скорости движения частицы в камере смешивания устройства

При этом движение частиц под действием силы тяжести  $G$  и с учётом силы сопротивления воздуха  $R$  можно представить как:

$$m\bar{v}_1 = \bar{G}\bar{R} = mgm^{v_1}, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности;  $\bar{v}_1$  – скорость движения частицы. Дифференциальными уравнениями движения данной частицы являются:

$$\ddot{x}_1 + k\dot{x}_1 = 0; \quad (2)$$

$$\dot{z}_1 = kz_1 = g. \quad (3)$$

Для определения дальности полёта данной частицы в поддисковом пространстве (рис. 2) расстояние от точки  $O_1$  (начальной точки движения частицы) до внутренней цилиндрической поверхности радиусом  $R$  обозначим  $X_1$ .

При  $x_1 = X_1$  происходит удар частиц о цилиндрическую поверхность в некоторой точке  $L_1$  (вертикальная и горизонтальная проекции точки  $L_1$  изображены на рис. 2).

Согласно рис. 2, дальность полёта частицы  $X_1$  равна:

$$X_1 = \sqrt{O_1L_{1H}^2 - OO_1^2} = \sqrt{R^2 - (R_0 + b)}. \quad (4)$$

Удар частиц продукта о цилиндрическую поверхность в точке  $L_1$  происходит по истечении некоторого времени полёта  $t_{п.}$ , которое определено следующим образом. Полагая, что  $x_1 = X_1$  и  $t = t_{п.}$ , имеем

$$X_1 = \frac{v_0}{k} (1 - e^{-kt_{п.}}). \quad (5)$$

Данное выражение преобразуем к следующему виду:

$$e^{-kt_{п.}} = \frac{v_0}{k} - X_1. \quad (6)$$

В свою очередь,

$$-kt_{\Pi} = \ln\left(\frac{v_0}{k} - x_1\right).$$

Отсюда находим зависимость  $t_{\Pi}$  от

$$t_{\Pi} = -\frac{\ln\left(\frac{v_0}{k} - x_1\right)}{k}. \quad (7)$$

Вертикальная координата точки L при  $t = t_{\Pi}$  определится как

$$Z_{1L} = \frac{q}{k^2} (e^{-kt_{\Pi}} + kt_{\Pi} - 1). \quad (8)$$

Равенство (8) с учетом выражения (7) представим следующим образом:

$$Z_{1L} = \frac{q}{k^2} \left( e^{\ln\left(\frac{v_0}{k} - x_1\right)} - \ln\left(\frac{v_0}{k} - x_1\right) - 1 \right). \quad (9)$$

Для определения скорости частиц в момент их удара о цилиндрическую поверхность продифференцируем выражения (2)–(4) по времени  $t$  и получим, что

$$\dot{x} = v_0 e^{-kt}. \quad (10)$$

Дифференцируя выражение (9) также по времени  $t$ , получим:

$$\dot{Z}_1 = \frac{q}{k^2} (-k e^{-kt} + k) = \frac{q}{k} (1 - e^{-kt}). \quad (11)$$

При ударе частиц горизонтальная составляющая их скорости (в момент времени  $t_{\Pi}$ ) на основании выражения (10) равна:

$$\dot{x}_{1\Pi} = v_0 e^{-kt_{\Pi}}. \quad (12)$$

При этом вертикальная составляющая скорости частиц в момент удара на основании выражения (11) определится как

$$\dot{Z}_{1\Pi} = \frac{q}{k} (1 - e^{-kt_{\Pi}}). \quad (13)$$

С учетом выражений (12) и (13) величина скорости частиц измельчаемых продуктов при ударе определится как

$$v_{1\Pi} = \sqrt{\dot{x}_{1\Pi}^2 + \dot{Z}_{1\Pi}^2}. \quad (14)$$

С учетом развернутых выражений (12) и (13) выражение (14) принимает вид

$$v_{1\Pi} = \sqrt{v_0^2 e^{-2kt_{\Pi}} + \frac{q^2}{k^4} (1 - e^{-kt_{\Pi}})^2}. \quad (15)$$

Так как скорость  $v_{1\Pi}$  направлена по касательной к траектории движения частиц, то при  $x_1 = X_1$

$$v_{1\Pi} = \frac{v_0}{k} (1 - e^{-kt_{\Pi}}). \quad (16)$$

Теоретическим анализом установлена взаимосвязь факторов, влияющих на производительность устройства, а также на количество лопастей, обеспечивающих дополнительное смешивание и выгрузку готовой смеси.

Пропускная способность предложенного измельчителя-смесителя на выгрузке готовой смеси связана опосредованно с  $v_{1л}$  и равна

$$Q_B = K_{л} \cdot b \cdot l_{л}^2 \cdot \rho_c \cdot \omega_{л} \cdot k_3, \quad (17)$$

где  $K_{л}$  – количество лопастей;  $b$  – ширина лопастей;  $l_{л}$  – длина лопастей;  $\rho_c$  – плотность получаемой смеси;  $\omega_{л}$  – угловая скорость вращения лопастей;  $k_3$  – коэффициент захвата продукта лопастями.

Количество лопастей, обеспечивающих смешивание и выбрасывание готовой смеси из камеры смешивания:

$$K = \frac{(0,5-0,75)\pi S^2 v_{л}}{b l_{л}^2 \omega_{л} k_3}. \quad (18)$$

С целью обоснования оптимальных значений параметров измельчителя-смесителя проведены экспериментальные исследования с использованием матрицы ортогонального планирования экспериментов [5].

Для оценки рабочего процесса измельчителя-смесителя приняты два критерия оптимизации: однородность смеси  $\theta$  и энергоемкость  $N_{уд}$ .

В качестве независимых переменных, влияющих на критерии оптимизации, определены следующие факторы:

$n$  – ( $X_1$ ) – частота вращения смешивающе-выгрузных лопастей, мин<sup>-1</sup>;

$S$  – ( $X_2$ ) – зазор между диском и стенкой бункера, мм;

$h$  – ( $X_3$ ) – вылет ножа над диском, мм;

$K$  – ( $X_4$ ) – число выгрузных лопастей, шт.

В результате проведенного эксперимента и обработки полученных данных построены следующие математические модели оценки процесса одновременного измельчения и смешивания кормовых продуктов:

- для однородности двухкомпонентной смеси:

$$\theta = -259872,6 + 284,7n + 1363,85S - 1892,89h + 10195K - 7,11Sh - 152,54hK - 0,06n^2 - 10,46s^2 + 40,2h^2 - 702,5K^2 \rightarrow \max; \quad (19)$$

- для энергоемкости процесса получения двухкомпонентной смеси:

$$N_{уд} = -19288,35 + 22,41n - 16,24S - 81,7h + 1600,5K - 0,27nK - 0,0045n^2 + 0,14S^2 + 1,73h^2 - 108,25K^2 \rightarrow \min. \quad (20)$$

Решение компромиссной задачи позволило определить оптимальные значения параметров предложенного измельчителя-смесителя:  $X_1 = -0,197$  ( $n = 2041$  мин<sup>-1</sup>);  $X_2 = 0,065$  ( $S = 57,9$  мм.);  $X_3 = -1$  ( $h = 20$  мм.),  $X_4 = -1$  ( $K = 2$ ). При данном сочетании факторов энергоемкость процесса составляет  $N_{уд} = 7,88$  кВтс/кг, а однородность смеси  $\theta = 93,1$  %.

На основании проведенных исследований определены условия и получены данные, позволяющие проектировать измельчители-смесители для технологических линий получения двухкомпонентных смесей крупному рогатому скоту.

### Литература

1. Девяткин А.И. Рациональное использование кормов. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 254 с.
2. Измельчитель-смеситель: пат. №2124284 / С.М. Доценко [и др.]. – Б.И. – 1999. – № 1.
3. Измельчитель-смеситель кормов: пат. №2125362 / С.М. Доценко [и др.]. – Б.И. – 1999. – № 3.
4. Устройство для измельчения тыквы и корнеклубнеплодов: пат. №2120728 / С.М. Доценко [и др.]. – Б.И. – 1998. – № 3.
5. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников [и др.]. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.



**ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ МАШИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*В статье рассматриваются системы машин для заготовки древесины в условиях Амурской области. Изучена плотность древесины состава леса по районам региона. Проведен анализ зависимости производительности системы лесозаготовительных машин от плотности заготавливаемой древесины.*

**Ключевые слова:** плотность древесины, лесозаготовительные машины, производительность, Амурская область.

Н.А. Kostenko

**WOOD DENSITY INFLUENCE ON THE LOGGING SYSTEM PRODUCTIVITY OF THE MACHINES WHICH ARE USED IN THE AMUR REGION**

*The systems of the machines for logging in the Amur region conditions are considered in the article. The forest structure wood density on the region areas is studied. The analysis of dependence of the logging machine system productivity on the density of wood being logged is conducted.*

**Key words:** wood density, logging machines, productivity, the Amur region.

**Введение.** Площадь лесов, находящихся в ведении Амурского главного управления природных ресурсов, составляет 22,65 млн га, или 97 % всех лесов области. Амурская область является одной из ведущих областей по объемам лесозаготовки. Для эффективной заготовки древесины необходимо обосновать оптимальную систему машин с высокой сменной производительностью. Сменная производительность системы машин наиболее важный показатель её эффективности. В реальных условиях производительность на лесозаготовке зависит от таких важных факторов, как плотность породы дерева, породный состав древостоя, величина среднего запаса древесины на 1 га, принятая технология работ и др. Необходимо определить плотность древесины разных пород, произрастающих в Амурской области, и в зависимости от района обосновать оптимальные системы лесозаготовительных машин.

**Цель исследований.** Изучение влияния плотности древесины на производительность лесозаготовительных систем машин в лесных районах Амурской области.

**Задачи исследований:**

1. Изучить влияние лесорастительных условий на плотность лиственницы Гмелина в Амурской области.
2. Определить влияние плотности древесины на производительность системы машин для лесозаготовок в Амурской области.

Лесистость Амурской области составляет 64,4 %, обеспеченность на душу населения – 21,2 га лесов и 1,9 тыс. м<sup>3</sup> древесины. Лесистость изменяется от ссеверо-запада на юг области от 74 % до менее 0,3%. Сеть административных районов, или 78 % площади ее территории, относится к многолесным. Для экспериментальных исследований мы брали образцы пород древесины из тех районов, где оценка лесистости более высокая. По этому показателю были выбраны районы Тындинский, Зейский, Сковородинский, Магдагачинский, Селемджинский, Шимановский и со средней лесистостью – Свободненский, Бурейский [7].

Состав древесных пород представлен 20 видами, из которых значительное распространение имеют 8 видов. Из хвойных пород наибольшую площадь занимает лиственница Гмелина – 59,8 %, в том числе в северных районах до 80 % площади, в западных – 50–60, в центральных и восточных – от 12 до 35 %. По сырьевым запасам лиственница составляет 72,1 % [7].

Лиственница Гмелина (*Larix gmelini*) уникальное дерево, растет практически на всех формах рельефа, в горы поднимается до 2–2,5 тыс. м. Чистые древостои образуются только в неблагоприятных для роста других пород условиях: болотах, промерзших почвах, крутосклонах. На остальных типах почв растет вместе с сосной и березой [1].

Условия формирования почв в Амурской области характеризуются рядом особенностей: 1) холодная малоснежная зима способствует глубокому промерзанию почвы; 2) холодная засушливая затяжная весна замедляет оттаивание почвы и развитие растений; 3) теплое и дождливое лето приводит к переувлажнению [1].

Территория Амурской области относится к континентально-переходной группе экосистем с муссонным климатом. Годовые амплитуды составляют 60–70°С. Минимальные температуры воздуха в южных районах Амурской области колеблются от –35 до –40°С, в северных – от –55 до –60°С [1].

Влияние разности температур и формирования почв говорит о том, что на юге области лесорастительные условия благоприятней, чем на севере, и тем меньше плотность древесины. Установим значения плотности древесины, проведя экспериментальные исследования, взяв образцы пород лиственницы Гмелина, сосны обыкновенной и березы плосколистной в разных районах Амурской области.

В лабораторных условиях плотность древесины определяют на образцах прямоугольного сечения размером 20\*20 мм и высотой (по длине волокон) 30 мм (ГОСТ 16483.1-84) [2].

Плотность древесины характеризуется отношением её массы к объёму. Измеряется плотность в килограммах на метр или в граммах на сантиметр кубический. Плотность влажной древесины  $\rho_w$  определяют по формуле [6]:

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w},$$

где  $m_w$  – масса образца древесины при влажности  $W$ , г или кг;

$V_w$  – объём образца древесины при влажности  $W$ , см<sup>3</sup> или м<sup>3</sup>.

Полученные экспериментальные данные представлены в табл. 1 и графически на рис. 1.

Таблица 1

**Распределение плотности различных пород древесины эксплуатационного возраста по районам произрастания в Амурской области**

Район	Плотность лиственницы, кг/м <sup>3</sup>	Плотность сосны, кг/м <sup>3</sup>	Плотность березы, кг/м <sup>3</sup>
Тындинский	1088,99	1081,28	878,23
Зейский	998,26	877,06	852,33
Сковородинский	913,25	808,45	800,6
Магдагачинский	872,62	633,95	613,5
Селемджинский	809,11	631,28	611,6
Шимановский	774,54	543,9	521,06
Свободненский	661,29	522,93	445,21
Бурейский	528,92	435,49	402,57

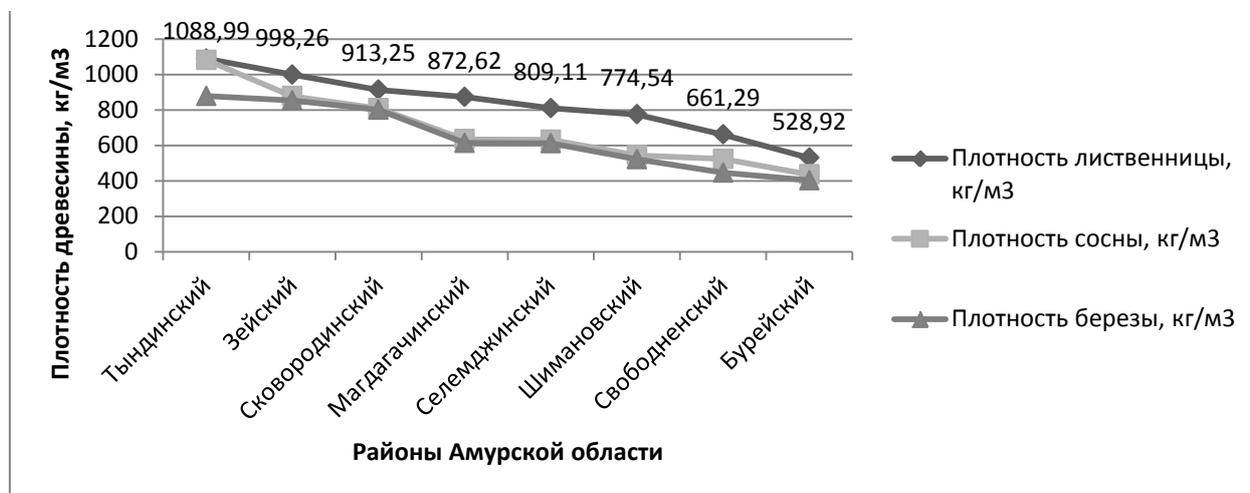


Рис. 1. Зависимость плотности древесины лиственницы, сосны и березы от района произрастания ( $y = -72,44x + 1156$ ,  $R^2 = 0,972$ )

Совокупность экспериментальных данных показывает, что плотность древесины увеличивается в

направлении с юга области на север. Сравнивая зависимость плотности от породы, взяв разные породы возраста рубки, можно сделать вывод, что плотность лиственницы больше, чем у сосны и березы. Плотность сосны больше, чем у березы. Наименее плотная порода – береза.

Сравнивая зависимость плотности от возраста древесины, можно определить, что чем старше дерево, тем больше его плотность (рис. 2).

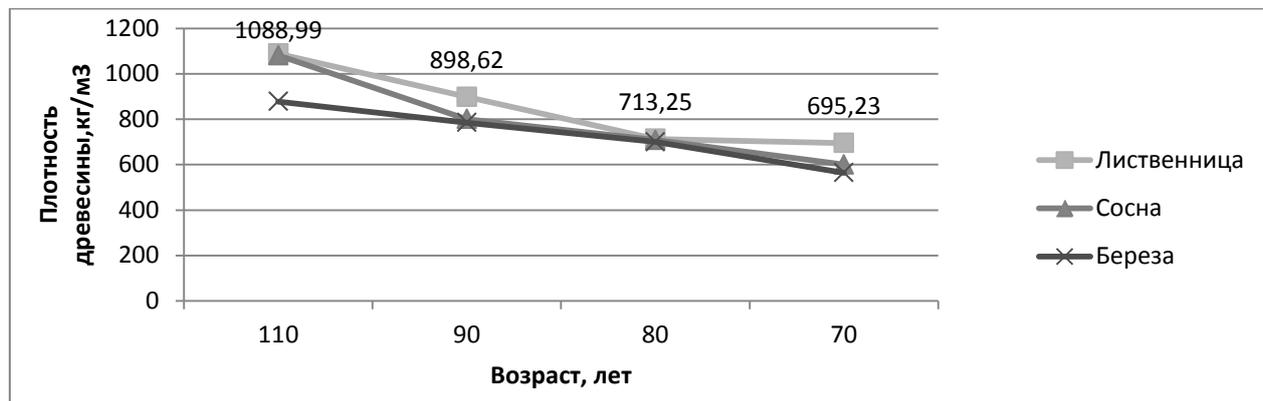


Рис. 2. Зависимость плотности древесины разных пород от возраста ( $y = -136,6x + 1190$ ,  $R^2 = 0,914$ )

Плотность древесины – один из важных природных показателей. От неё зависит производительность системы машин, так как она определяет требуемую мощность лесозаготовительной машины и бензопилы, а также объем и вес пачки древесины [3].

Для определения влияние плотности древесины на мощность машин при её пилении были взяты образцы лиственницы Гмелина сосны обыкновенной и березы плосколистной оптимального возраста для эксплуатационной рубки. Для анализа зависимости мощности пиления от плотности породы древесины были взяты разные породы одного возраста. В результате исследований было выявлено, что затраченная мощность при пилении древесины лиственницы больше, чем у сосны и березы, так как её плотность больше и составляет 2345,7–2454,2 Вт. Мощность, затраченная на пиление древесины сосны, больше, чем у березы (1892,3–2139,6). Меньше всего требуется мощности на пиление древесины березы (994,5–1127,2) (рис. 3).

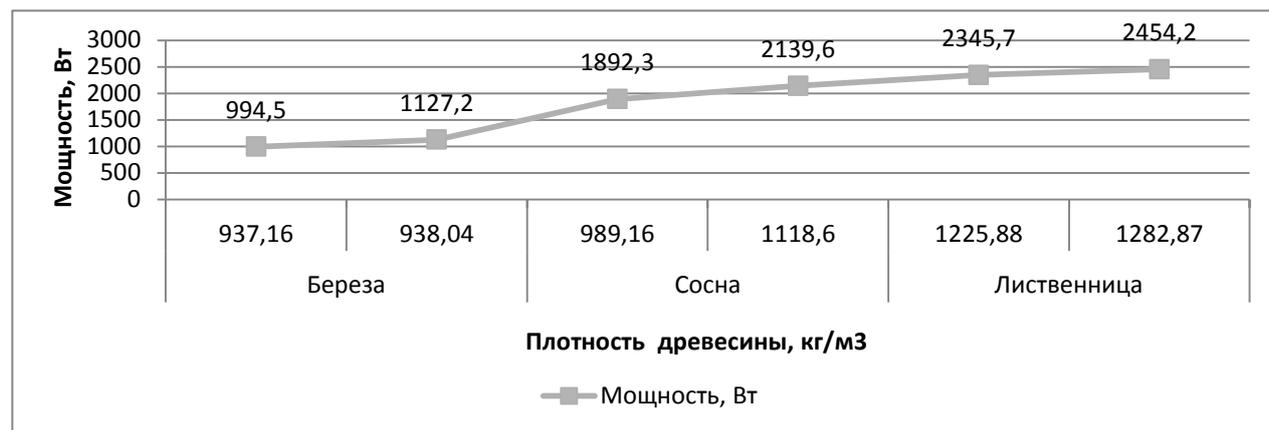


Рис. 3. Зависимость мощности пиления от плотности древесины ( $y = 320,0x + 705,4$ ,  $R^2 = 0,92$ )

Аналогично определялось влияние мощности при пилении древесины лиственницы Гмелина разного возраста (рис. 4). Выводы: чем старше порода древесины, тем требуется больше мощности при её пилении.

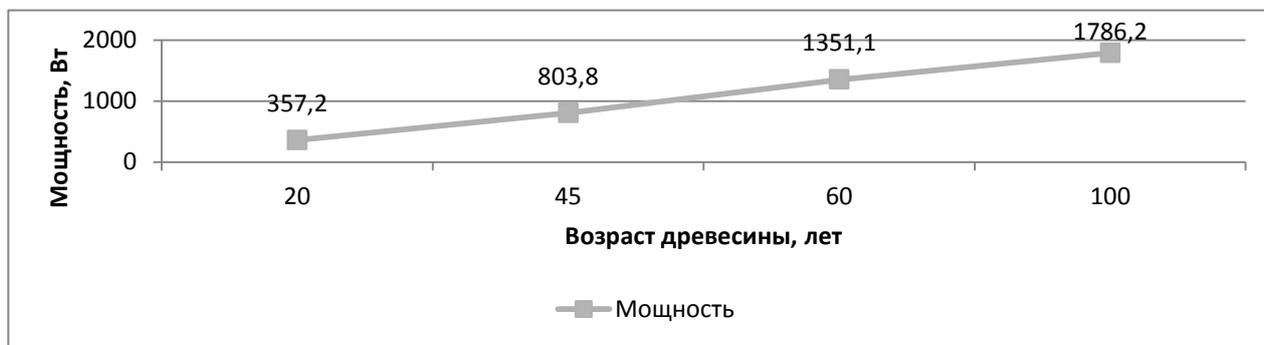


Рис. 4. Зависимость мощности пиления от возраста древесины ( $y = 483,4x - 134$ ,  $R^2 = 0,998$ )

По каждому из четырех рисунков были построены уравнения, характеризующие зависимость влияния одних факторов на другие. Сравнив коэффициенты детерминации, из всех уравнений выбрано по одному уравнению, наиболее тесно показывающему связь между данными. Чем ближе коэффициент детерминации к единице, тем больше теснота связи между указанными факторами [5].

Определив влияния плотности древесины на мощность при её пилении, найдем сменную производительность каждой системы машин, используемых в Амурской области (табл. 2) [4,5].

В Амурской области при хлыстовой заготовке древесины наиболее распространены следующие системы машин [7]:

1. Бензопила («Husqvarna – 372 XP») + трелевочный трактор (ТДТ-55).
2. Валочно-трелевочная машина (ТЛТ-100А).
3. Харвестер (Timberjack 1270 В) + форвардер (Timberjack 1110) (при сортиментной заготовке древесины).

Таблица 2

**Зависимость сменной производительности лиственницы Гмелина возрастом рубки 110 лет при влажности древесины 70 %**

Район	Плотность лиственницы при $W = 70\%$ , кг/м <sup>3</sup>	Производительность бензопилы, м <sup>3</sup>	Производительность трелевочного трактора, м <sup>3</sup>	Производительность харвестера, м <sup>3</sup>	Производительность форвардера, м <sup>3</sup>	Производительность валочно-трелевочной машины, м <sup>3</sup>
Тындинский	1088,99	51,42	52,38	142,34	153,18	104
Зейский	998,26	53,37	55,39	146,81	159,62	105,89
Сковородинский	913,25	55,39	57,47	150,99	164,05	109,23
Магдагачинский	872,62	57,47	59,61	155,27	168,57	112,65
Селемджинский	809,11	59,61	60,05	159,62	173,18	116,14
Шимановский	774,54	61,82	61,37	162,27	177,87	123,34
Свободненский	661,29	64,08	64,08	163,16	187,5	127,06
Бурейский	528,92	66,41	66,41	168,57	192,45	130,85

По данным табл. 2 можно сделать вывод, что в южных районах области, где плотность древесины лиственницы Гмелина меньше, сменная производительность лесозаготовительных систем машин увеличивается в 1,2 раза по сравнению с северными районами, где плотность древесины увеличивается почти в 2 раза.

### Выводы

1. Исследования влияния лесорастительных условий на плотность лиственницы Гмелина в Амурской области показали, что чем северней район произрастания древесины, тем больше её плотность. Плотность лиственницы Гмелина по области составляет от 529 кг/м<sup>3</sup> в южных районах до 1089 кг/м<sup>3</sup> в северных районах, сосны обыкновенной – от 435,49 до 1081,28 кг/м<sup>3</sup>, березы плосколистной – от 402,57 до 878,23 кг/м<sup>3</sup> соответственно.

2. Установлена зависимость плотности от возраста древесины: чем старше дерево, тем больше его плотность.

3. Затраченная мощность при пилении древесины лиственницы больше, чем у сосны и березы, и составляет 2345,7–2454,2 Вт.

4. Установлена зависимость возраста древесины на мощность при её пилении: чем старше порода древесины, тем требуется больше мощности на её пиление. При пилении лиственницы Гмелина возрастом 20 лет требуется мощность не менее 352,2 Вт, а при возрасте 100 лет – не менее 1786,2 Вт.

5. В южных районах области, где плотность древесины лиственницы Гмелина меньше, сменная производительность лесозаготовительных систем машин увеличивается в 1,2 раза по сравнению с северными районами, где плотность древесины увеличивается почти в 2 раза.

### Литература

1. Амурская область. Опыт энциклопедического словаря / науч. ред. В.В. Воробьев, А.П. Деревянко; ред.-сост. Н.К. Шульман. – Благовещенск, 1989. – 416 с.
2. ГОСТ-16483.1-84. Измерение плотности древесины. – М., 1984.
3. Григорьев И.О. Системы машин для лесосечных работ // Дерево. ги. – 2009. – С. 44–47.
4. Скурихин В.И., Корпачев В.П. Технология и оборудование лесопромышленных производств. Техника и технология лесосечных работ при заготовке сортиментов. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2004. – 186 с.
5. Кочегаров В.Г., Бит Ю.А., Меньшиков В.Н. Технология и машины лесосечных работ: учеб. для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 392 с.
6. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения: учеб. для лесотехн. вузов. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: МГУЛ, 2002. – 340 с.
7. Яборов В.Т. Основы ведения лесного хозяйства и организация лесопользования: учеб. пособие. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2005. – 284 с.



## ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ САМООЧИЩАЕМОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

В статье предлагается метод расчета центробежной и удерживающей сил при самоочищаемости пневматических шин в процессе движения технологических и транспортных машин.

**Ключевые слова:** пневматическая шина, центробежная и удерживающая сила, самоочищаемость шин.

*Yu.G. Gorshkov, Yu.B. Chetyrkin*

## SUBSTANTIATION OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE PNEUMATIC TIRE SELF-PURIFICATION

The technique for calculating the centrifugal and holding forces in the process of the pneumatic tire self-purification in the process of technological and transport vehicle motion is offered in the article.

**Key words:** pneumatic tire, centrifugal and holding force, tire self-purification.

**Введение.** В сельскохозяйственном производстве более 94 % тяговых и транспортных средств снабжены шинами с универсальным рисунком протектора, а легковые машины – шинами с мелким насыщенным рисунком типа «дорожный».

Указанные рисунки беговых дорожек протекторов шин в условиях поверхностей с высокой несущей способностью весьма эффективны с точки зрения тягово-сцепных и тормозных свойств, а также экономичности по расходу топлива. Однако в условиях размытых и увлажненных полевых и грунтовых дорог колесные движители с такими и подобными им рисунками протекторов становятся причиной буксования машин, потери скорости движения, большого перерасхода топлива, снижения производительности, нарушения технологического процесса и утомления операторов. Кроме того, нарушается устойчивость колесной машины против заноса, «держание дороги», интенсивность торможения и др.

При движении грузовой машины по размытой грунтовой дороге в глубокой колее очень часто между сдвоенными шинами колес заклиниваются посторонние предметы (камни, булыжники, засохшие комья земли и др.). При этом образуются инерционные силы неуравновешенной массы, которые создают дополнительную нагрузку на трансмиссию, силовую передачу и ходовую часть колесной машины. Кроме этого, нарушается её курсовая и боковая устойчивость.

К одним из свойств пневматических шин следует отнести способность шин к самоочищению и отводу почвы по канавкам рисунка протектора, так как от этого зависят величины продольного и бокового сцепления шины с поверхностью качения.

**Цель исследований.** Теоретически исследовать зависимость самоочищаемости рисунка протектора пневматических шин от центробежной и удерживающей сил в процессе качения пневматического колеса по опорной поверхности с малой несущей способностью.

**Задачи исследований:** исследовать момент сопротивления колеса с массой, сосредоточенной на ободе; обосновать математическую модель самоочищаемости пневматических шин.

**Методы результатов исследований.** Применение математического аппарата с данными физико-механических свойств грунтов, теории качения пневматического колеса, теории теоретической механики.

Самоочищаемость шин как фактор, влияющий на динамику колесных машин, целесообразно рассматривать с определения момента сопротивления колеса переменной массы. Вследствие прилипания к колесу грунта или отрыва его частиц, заклинивания постороннего предмета между сдвоенными шинами изменяется масса колеса. Момент инерции его относительно собственной оси найдем из уравнения [2]:

$$M_u = J_k + M \cdot h^2, \quad (1)$$

где  $J_k$  – момент инерции колеса;  $M$  – масса постороннего тела ( $M = G_1 / g$ , где  $G_1$  – вес постороннего тела;  $g$  – ускорение свободного падения);  $h$  – расстояние от центра массы колеса до центра массы постороннего тела.

Момент инерции колеса, если его представить в виде тора или диска, можно найти по формуле:

$$J_k = M_T \left( R_T^2 + \frac{3}{4} r_T^2 \right) + \frac{1}{2} M_D \cdot r_D^2 = \frac{G_T}{g} \left( R_T^2 + \frac{3}{4} r_T^2 \right) + \frac{1}{2} \frac{G_D}{g} \cdot r_D^2, \quad (2)$$

где  $M_T$  – масса тора;  $M_D$  – масса диска;  $G_T$  – вес тора;  $G_D$  – вес диска;  $R_T$  – расстояние от оси колеса до центра тора;  $r_T$  – радиус тора;  $r_D$  – радиус диска;  $g$  – ускорение свободного падения тел.

Момент сопротивления колеса с массой, сосредоточенной на ободе, находим из выражения:

$$M_c = \varepsilon_k \left( J_k + Mh^2 \right), \quad (3)$$

где  $\varepsilon_k$  – угловое ускорение колеса.

Зная суммарный угол поворота колеса  $\alpha = \frac{\ell}{r_k}$  (радиан) и угловые скорости (начальную  $\omega_0$  и конечную  $\omega_1$ ), находим, что

$$\varepsilon_k = \frac{\omega_1 - \omega_0}{t} = \frac{\alpha}{t^2}, \quad (4)$$

где  $\ell$  – путь, пройденный автомобилем;  $t$  – время, затраченное автомобилем на прохождение участка пути.

Подставив в уравнение (3) вместо  $J_k$  и  $\varepsilon_k$  их значения из формул (2) и (4), получим, что

$$M_c = \left[ \frac{G_T}{g} \left( R^2 + \frac{3}{4} r_T^2 \right) + \frac{1}{2} \frac{G_D}{g} \cdot r_D + \frac{G_T}{g} R_T^2 \right] \frac{\alpha}{t^2}. \quad (5)$$

Уравнение (5) показывает, что момент сопротивления колеса с массой, сосредоточенной на ободе, прямо пропорционален этой массе. Следует отметить, что чем больше создаваемый такой массой момент сопротивления, тем больше затрат энергии на перекачивание колесной машины. Кроме этого, заметно ухудшаются её тягово-сцепные свойства. Обычно наличие такой массы на колесе также ухудшает управляемость машины, появляются неравномерные толчки (вибрация). В таких случаях необходимо срочно удалить подобную массу.

При движении транспортных машин по размокшим грунтовыми дорогам и бездорожью рисунок протектора (пространство между почвозацепами) шины забивается грунтом, образуя обыкновенное колесо с протектором из земли. Как следствие этого, происходит интенсивное раздельное или совместное буксование ведущих колес и частичное скольжение направляющих относительно неподвижного грунта. Таким образом, действие почвозацепа заменяется земляным блоком, движущимся по грунту, вследствие чего протектор не участвует в работе; пневматическая шина практически превращается в колесо из земли, и мы имеем дело с качением подвижного грунта по неподвижному [1].

Одним из условий зацепления почвозацепов протектора за грунт является отсутствие грунта в пространстве между ними. Для этого необходимо, чтобы сопротивление на разрыв превышало силы, удерживающие грунт в пространстве между выступами; последние должны быть меньше центробежной силы, действующей на грунт при качении колеса. Только в этом случае прилипший к шине грунт отбрасывается, очищая рисунок протектора (самоочищаемость шин).

Под давлением колеса грунт запрессовывается в узкое пространство между выступами протектора. При этом происходит его уплотнение с увеличением сил трения и прилипания влажного грунта к поверхностям выступов протектора и дну впадины.

Согласно работе В.Ф. Бабкова [1], сила, удерживающая грунт между выступами протектора,

$$F_y = S_0 \cdot \varepsilon + P_0 \cdot h(\varepsilon + q \cdot \zeta \cdot \operatorname{tg} \varphi), \quad (6)$$

где  $S_0$  – площадь дна впадины;  $\varepsilon$  – сцепление грунта с резиной;  $P_0$  – периметр впадины;  $h$  – высота впадины;  $q$  – максимальное удельное давление колеса на дно колеи;  $\varphi$  – угол внутреннего трения грунта;  $\zeta$  – коэффициент бокового распора грунта.

Расчет удерживающей силы  $F_y$  по уравнению (6) можно произвести по средним данным для глины [3] и значениям:  $S=0,25 \text{ см}^2$ ;  $\varepsilon=1,0 \text{ кг/см}^2$ ;  $P=2,0 \text{ см}$ ;  $h=1,0 \text{ см}$ ;  $\varphi=20$  градусов;  $\xi=0,3$ ;  $q=2,0 \text{ кг/см}^2$ .

Тогда  $F_y=S \cdot \varepsilon + P \cdot h \cdot (\varepsilon + q \cdot \xi \cdot \tan(20 \cdot 3,14/180))=2,7 \text{ кгс}$ . Если высоту впадины  $h$  взять равной  $h=0,5 \text{ см}$ , то  $F_y=1,47 \text{ кгс}$  (для глины).

Если сопротивление грунта на разрыв составляет  $S_0 \cdot C$  ( $C$  – сцепление грунта), то условие, при котором грунт не будет прилипнуть к шине, должно быть следующим:

$$C < F_y; \\ C < S_0 \cdot \varepsilon + P_0 \cdot h(\varepsilon + g \cdot \zeta \cdot \operatorname{tg} \varphi). \quad (7)$$

Для самоочистения шины необходимо, чтобы центробежная сила  $P_y$

$$P_y = \frac{mv^2}{R} = \frac{h \cdot S_0 \cdot j \cdot v^2}{g \cdot R}$$

была равна или превышала удерживающую  $F_y$ , т.е.

$$\frac{h \cdot S_0 \cdot j \cdot v^2}{g \cdot R} \geq S_0 \cdot \varepsilon + P_0 \cdot h(\varepsilon + g \cdot \zeta \cdot \operatorname{tg} \varphi). \quad (8)$$

где  $m$  – масса грунта, запрессованного во впадину между выступами протектора;  $j$  – удельный вес грунта;  $v$  – линейная скорость беговой дорожки шины, равная скорости движения автомобиля;  $R$  – расстояние от центра колеса до центра впадины;  $g$  – ускорение свободного падения тел.

Следует отметить, что самоочистение шины будет происходить при условии, если глубина впадины рисунка протектора  $h$

$$h \leq \frac{S_0 \cdot \varepsilon \cdot g \cdot R}{S_0 \cdot j \cdot v^2 - [P_0(\varepsilon + q \cdot \zeta \cdot \operatorname{tg} \varphi)] \cdot g \cdot R} \quad (9)$$

или после преобразования

$$h \leq \frac{S_0 \cdot \varepsilon \cdot g}{S_0 \cdot j \cdot v^2 / g \cdot R - [P_0(\varepsilon + q \cdot \zeta \cdot \operatorname{tg} \varphi)] \cdot g \cdot R} \quad (10)$$

Используя формулу (8), определим зависимость  $P_y(R, v, h)$ . Для этого по таблице находим данные некоторых средних значений механических показателей связных грунтов при различном их состоянии (например, для глины) [3].

Средние значения механических показателей связных грунтов при различном их состоянии

Вид связных грунтов	Несущая способность грунтов, кг/см <sup>2</sup>	Внутреннее сцепление грунта, кг/см <sup>2</sup> ( $\epsilon$ )	Угол внутреннего трения, град	Модуль деформации грунта, кг/см <sup>2</sup>
Влажность ниже пластичности				
Легкий суглинок	3,5...7	0,5...1,0	24...25	Свыше 250
Суглинок	4,5...9	0,6...1,2	21...23	Свыше 350
Глина	5...10	0,75...1,5	15...20	Свыше 500

На основании данных таблицы строим графики зависимости  $P_{ц}$  ( $R, v, h$ ). Из графика на рис. 1 видно, что с увеличением расстояния центра постороннего тела  $R$  до центра колеса центробежная сила  $P_{ц}$  снижается.

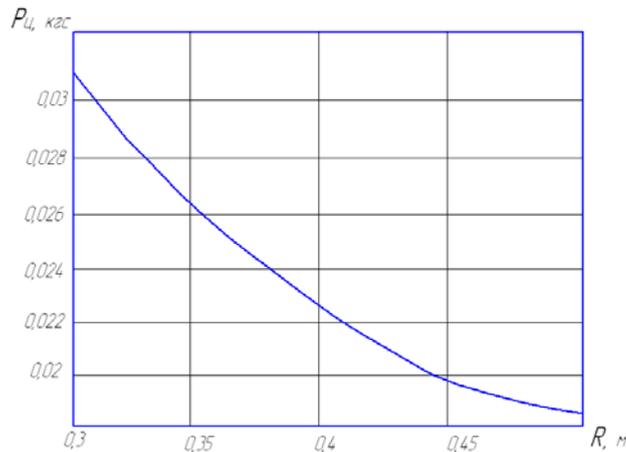


Рис. 1. Зависимость величины центробежной силы  $P_{ц}$  от расстояния центра постороннего тела до центра колеса  $R$  ( $h=0,8$  см;  $S=0,25$  см<sup>2</sup>;  $v=70$  км/ч;  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>;  $j=1,2$  г/см<sup>3</sup>)

Кривая графика рис. 2 показывает, что интенсивное увеличение центробежной силы  $P_{ц}$  происходит при скоростях движения от 60 до 100 км/ч. Следовательно, в интервале этих скоростей будет происходить и интенсивное самоочищение шин.

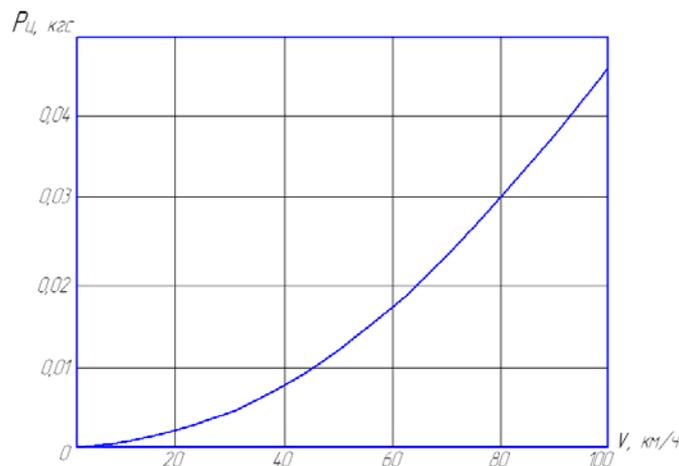


Рис. 2. Зависимость величины центробежной силы  $P_{ц}$  от поступательной скорости движения беговой дорожки шины, равной скорости движения транспортного средства ( $h=0,8$  см;  $S=0,25$  см<sup>2</sup>;  $v=70$  км/ч;  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>;  $j=1,2$  г/см<sup>3</sup>;  $R=0,4$  м)

Из графика рис. 3 видно, что с увеличением глубины впадины  $h$  рисунка протектора требуется большее значение центробежной силы  $P_{ц}$ .

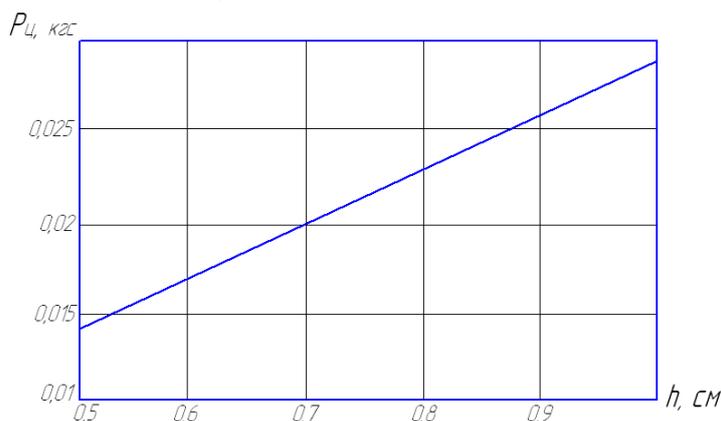


Рис. 3. Зависимость величины центробежной силы  $P_{ц}$  от глубины впадины  $h$  ( $h=0,8$  см;  $S=0,25$  см<sup>2</sup>;  $v=70$  км/ч;  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>;  $j=1,2$  г/см<sup>3</sup>;  $R=0,4$  м)

### Выводы

1. Чем больше создаваемый момент сопротивления колеса с массой, сосредоточенной на ободу, тем больше затрат энергии на перекачивание колесной машины.

2. Самоочищаемость пневматических шин зависит от величины центробежной и удерживающей сил, состояния грунта, скорости движения колесной машины и параметров рисунка протектора.

3. Предложенный метод оценки самоочищаемости пневматических шин колесных тяговых и транспортных средств может быть использован как на стадии создания новых конструкций колесных движителей, так и существующих для выявления их соответствий условиям эксплуатации.

### Литература

1. Горшков Ю.Г. Самоочищаемость пневматических шин транспортных средств – фактор активной безопасности движения // Тр. ЧИМЭСХ. – Челябинск, 1977. – Вып. 122.
2. Бабков В.Ф. Качение автомобильного колеса по грунтовой поверхности // Тр. МАДИ. – М.: Дориздат, 1953. – Вып. 15. – С. 89.
3. Механика грунтов / С.С. Григорьев [и др.]. – М.: Наука, 1972.



**МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ НА ПОТОЧНЫХ ЛИНИЯХ**

*В статье рассматривается метод моделирования переместительных операций на поточных линиях с механизмами, имеющими индивидуальный привод, который позволяет определить согласованность перемещений на отдельных агрегатах с основным циклом работы линии.*

**Ключевые слова:** технологическая матрица, структурный граф, моделирование, циклограмма, технологический процесс.

V.A. Lozovoy, I.A. Baldakov

**THE TECHNIQUE FOR MODELLING THE WOOD RAW MATERIAL TECHNOLOGICAL IN LINE TRANSPORTATION**

*The modeling technique for the transportation in-line operations with the mechanisms which have an individual drive that allows to determine the transportation coordination on separate units with the basic line work cycle is considered in the article.*

**Key words:** technological matrix, structural graph, modeling, cyclogram, technological process.

---

Поточные линии, например, слешерного типа, имеют в наличии отдельные механизмы с индивидуальными приводами. Если линия поточная, то на каждом из механизмов находится предмет труда, например, хлыст. Это обеспечивает поточность и высокую производительность. Для бесперебойной и высокопроизводительной работы поточной линии необходимо согласование перемещений предмета труда на каждом из отдельных механизмов поточной линии.

Наиболее распространенным методом согласования перемещений исполнительных механизмов [1] является метод циклограмм. Он используется при расчетах технологических машин – автоматов и полуавтоматов. При этом различаются две группы машин: нештучной и штучной продукции. В машинах нештучной продукции обрабатываемые объекты непрерывным потоком перемещаются внутри машины и одновременно обрабатываются (станы непрерывного проката, волочильные станы, уборочные комбайны, сортировочные машины и т.п.) [1].

Чаще всего скорости рабочих органов равны скорости перемещения обрабатываемых объектов внутри машины. При этом основные (обработочные) операции выполняются непрерывно. Система управления циклом движения машины должна обеспечить заданные отношения скоростей ее исполнительных органов.

В однодвигательных машинах это выполняет система передаточных механизмов, соединяющих ведущие звенья отдельных механизмов с подвижным элементом двигателя.

Если в состав машины входят несколько двигателей, то выполнение той же задачи обеспечивает специальная система управления двигателями, составленная из электрических и электронных устройств.

В машинах штучной продукции обрабатываемые объекты поступают через равные промежутки времени. В ряде случаев обрабатываемые изделия перемещаются внутри машины периодически с остановками, во время которых они обрабатываются. Основные операции выполняются прерывно или перемежаются со вспомогательными и транспортными. Подавляющее большинство исполнительных органов машин штучной продукции имеет прерывное движение. Поэтому в рассматриваемых машинах надо не только обеспечить движение исполнительных органов с заданными скоростями, но и обеспечить заданную последовательность их рабочих и холостых перемещений. Это условие [1] выполняется, если цикловые диаграммы отдельных исполнительных агрегатов будут занимать относительно друг друга заданные положения в кинематическом цикле машин (рис.1).

Кинематический цикл машины обычно измеряется временем или углом поворота ведущего звена. Например, перемещение по векторам  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  с соответствующими циклами 5, 10, 15, 25 изображаются в виде циклограммы следующим образом (рис.1).

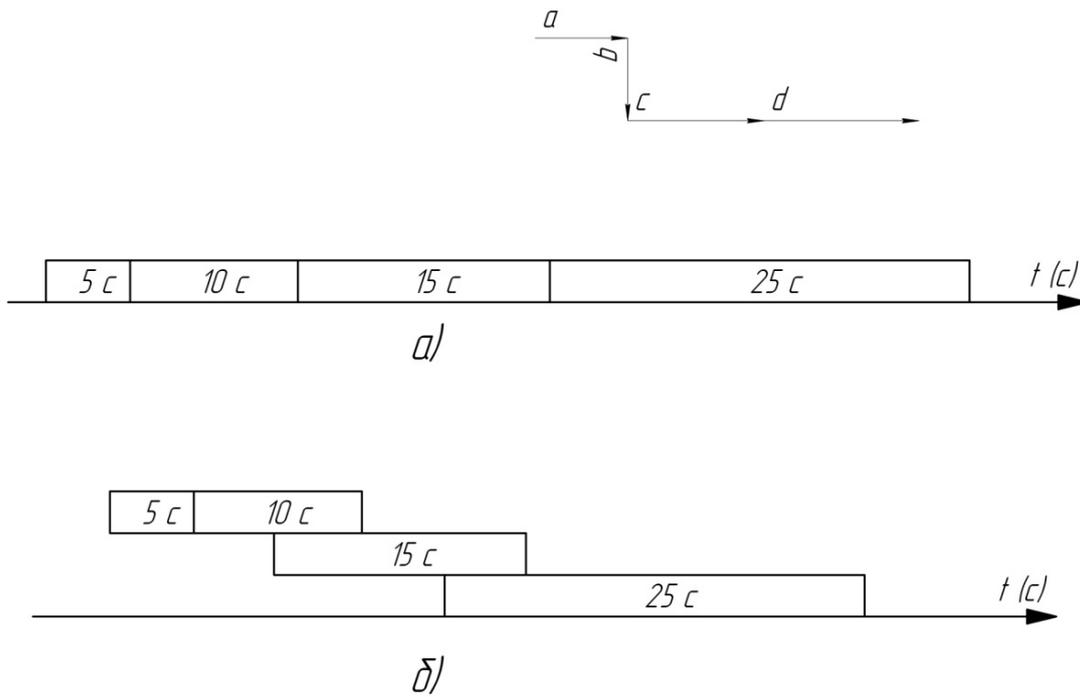


Рис. 1. Циклограмма перемещения по векторам  $a, b, c, d$ : а) без совмещения операций; б) с совмещением операций

Недостаток метода циклограмм заключается в том, что:

- не формализуется сама циклограмма перед построением;
- в моделировании участвует один параметр – время;
- совмещения операций описываются преимущественно в таблицах, а затем переносятся на график, что тоже можно отнести не к формализованной категории моделирования;
- направление векторов неизвестно.

При этом получить модель в виде циклограммы, например, с определением коэффициента заполнения упоров слешера  $k_{yn}$ , практически невозможно.

Предполагаемый в данной работе метод позволяет избежать указанных недостатков метода циклограмм, поскольку векторы, например, вышеуказанные, рассматриваются в координатной среде и их можно представить как направленные векторы. В процессе моделирования при этом учитываются одновременно три фактора – время ( $t$ ), путь ( $S$ ), скорость ( $V$ ).

Например, перемещение по вектору  $a$  (рис. 2) из начала вектора  $O$  в конец вектора  $O_1$  отображается преобразованием координат.

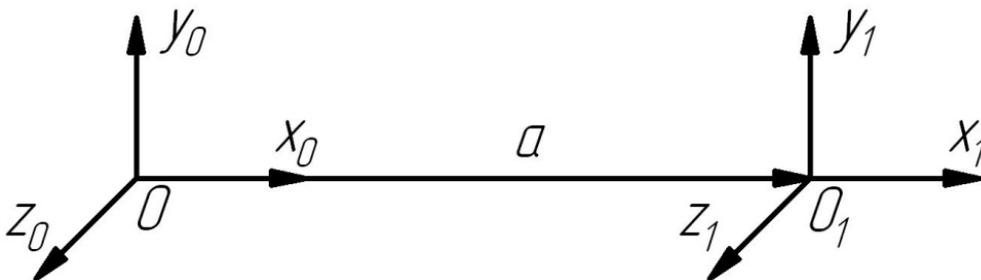


Рис. 2. Схема преобразования координат при перемещении из начала вектора  $O$  в конец вектора  $O_1$

В сокращенной матричной записи  $B_{\alpha\alpha}(\vec{i}, a)$ , то есть матрицы сдвига [4] четыре на четыре, является переходной матрицей при преобразовании координат  $Ox_0Y_0Z_0$  в координаты  $O_1x_1Y_1Z_1$  [2].

$$B_{c\bar{d}}(\vec{l}, a) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (1)$$

где  $\vec{l}$  – направляющий единичный вектор, указывающий вдоль какой координатной оси происходит сдвиг (перемещение) начала координат  $O$ ;

$a$  – расстояние перемещения или координата  $x$  в развернутой матрице  $4 \times 4$ , м.

Координата  $x = a$  (четвертый столбец, первая строка) есть координата вектора  $OO_1$  в системе координат  $Ox_0y_0z_0$ .

Далее нами предлагается ввести понятие технологической матрицы, которая наряду с расстоянием перемещения имеет еще и время перемещения.

Матрицу  $B_{c\bar{d}}$   $4 \times 4$  можно преобразовывает в матрицу  $5 \times 5$  [3].

$$B_{c\bar{d}}(\vec{l}, a, t_1) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & t_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (2)$$

где  $t_1$  – время движения по вектору  $a$  из начала вектора  $O$  в конец  $O_1$ , с.

В матрице (1) в крайнем пятом столбце  $a$  – координата  $x$ , второй член – координата  $y = 0$ , третий член – координата  $z = 0$ , четвертый член – координата  $t$  – время перемещения по координате  $\vec{a} = x$ .

Последний член матрицы правого крайнего столбца в общем является тоже координатой, но координатная ось принята равной 1 [2]. Это один из случаев  $n$ -мерной координатной системы. В данном случае пятимерной системы.

Представим технологический процесс, например, линии ЛО-105, в виде структурного графа. При этом необходимо учесть, что перемещение на шнековом транспортере осуществляется по двум координатам  $x, z$  с разными скоростями.

Отсекатель-сбрасыватель также изменяет две координаты  $x, y$ , но уже при одинаковых скоростях изменения координат, поскольку хлыст перемещается по окружности радиусом  $r$ .

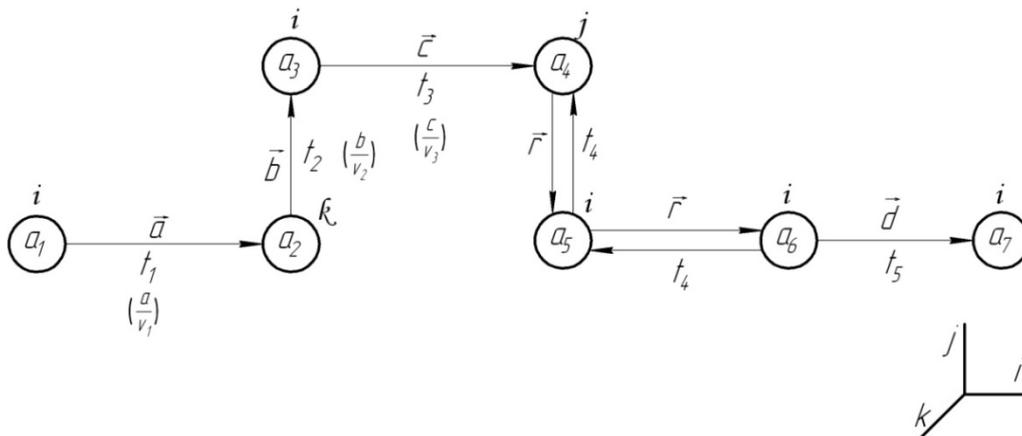


Рис. 3. Структурный граф перемещений на линии ЛО-105:  $a_1$  – операция разобращения;  $a_2$  – операция продольной ориентации;  $a_3$  – операция поперечной ориентации;  $a_4$  – операция сбрасывания (вертикальная координата);  $a_5$  – операция сбрасывания (горизонтальная координата);  $a_6$  – операция надвигания хлыста упорами с шагом  $d$ ;  $a_7$  – операция удаления сортиментов;  $i, j, k$  – обозначение направлений перемещений по координатным осям;  $a, b, c, r, r, d$  – векторы перемещений при соответствующих операциях

В структурном графе (рис. 3) двойными стрелками  $r$  обозначено возвратно-поступательное движение исполнительного механизма.

Напишем структурную формулу технологических перемещений по структурному графу (рис. 3) в тех же условных обозначениях.

$$B_5 = B_{cd}(\vec{i}, a, t_1) \cdot B_{cd}(\vec{k}, b, t_2) \cdot B_{cd}(\vec{l}, c, t_3) \cdot B_{cd}(\vec{j}, r, t_4) \cdot B_{cd}(\vec{i}, r) \cdot B_{cd}(\vec{l}, d, t_5), \quad (3)$$

где  $B_5$  – матрица с индексом  $n = 5$ , указывающая, что в правой части в сокращенной матричной форме описаны перемещения хлыстов на пяти механизмах;

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  – единичные векторы системы координат  $OXYZ$ ;

$a, b, c, r, d$  – значения векторов, по которым происходят перемещения.

В структурной формуле (3) перемещение по  $\vec{r}$  (рис. 3) влечет изменение двух координат  $x$  и  $y$ , что учтено матрицами  $B_{cd}(j, r, t_n)$  и  $B_{cd}(i, r)$ . Время  $t_n$  учитывается в одной матрице.

Раскроем матрицу  $B_5$  (3):

$$B_5 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & t_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 0 & 1 & t_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & c \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & t_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & r \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & t_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & t_5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

В результате перемножения матрицы (4) получим:

$$B_5 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & a + c + d + r \\ 0 & 1 & 0 & 0 & r \\ 0 & 0 & 1 & 0 & b \\ 0 & 0 & 0 & 1 & t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Матрица  $B_5$  (5) расшифровывается следующим образом: координата

$$x = a + c + d + r; \quad y = z; \quad z = b;$$

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

где  $x, y, z$  – координаты предмета труда (хлыста) в старой системе координат  $OXYZ$ ;

$T$  – суммарное время перемещения хлыста при помощи каждого из агрегатов.

Графически эти перемещения выразятся следующим образом

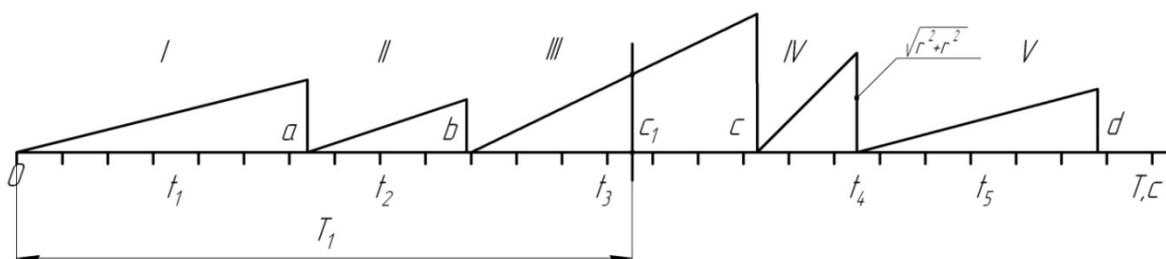


Рис. 4. Графическая интерпретация последовательного перемещения одного хлыста пятью агрегатами поточной линии

На поточной линии на каждом из агрегатов должен находиться предмет труда, что легко реализуется предлагаемым методом моделирования.

Формализация технологического процесса через структурные формулы позволяет автоматизировать моделирование при помощи ЭВМ.

На рисунке 4 все расстояния перемещения хлыста ( $a, b, c, \sqrt{r^2 + r^2}, d$ ) независимо от направлений текущих изменений координат размещены в одной плоскости, что позволяет при сколь угодно большом времени  $T$  (реализации процесса) моделировать технологический процесс при самых различных стохастических воздействиях. При этом изменения в технологический процесс вводятся на любом механизме в режиме реального времени.

Формально процесс графической интерпретации также легко реализуется введением матриц поворота вокруг соответствующих координат осей.

Вертикальное сечение (рис. 4) в любом месте временной оси (например, через время  $T_1$ ) дает значение перемещения хлыста на III агрегате  $s_1$ . Это есть расстояние, которое прошел хлыст на III агрегате. При этом он уже прошел через два предыдущих агрегата. При размещении временной оси под графическим описанием операций с первым хлыстом размещается графическое описание операций перемещений со вторым хлыстом и т.д. (ступенчато для необходимого числа реализаций моделирования).

Таким образом, нами предложен метод моделирования технологических перемещений на поточных линиях непрерывного действия, который позволяет определить согласованность перемещений на отдельных агрегатах с основным циклом работы линии. При этом возможно на стадии проектирования определить, например, коэффициент заполнения упоров, влияние различных стохастических воздействий различного происхождения.

### Литература

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1988. – 640 с.
2. Бессонов А.П., Воскресенский В.В. Кинематика, динамика и точность механизмов: справ. / под ред. Г.В. Крейнина. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
3. Лозовой В.А. Структурный синтез поточных линий для обработки древесного сырья: дис. ... д-ра техн. наук. – Красноярск: Изд-во КГТА, 2000. – 295 с.
4. Воробьев Е.И., Попов С.А., Шевелева Г.И. Механика промышленных роботов: в 3-х кн. / под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. – М.: Высш. шк., 1988. – Кн. 1. – 367 с.



## ПРОФИЛЬНАЯ ПРОХОДИМОСТЬ ЛЕГКИХ КОЛЕСНЫХ ВЕЗДЕХОДОВ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА

*В статье обоснован критерий профильной проходимости, представлен метод анализа для легких вездеходов при движении под пологом леса. Приведены результаты исследований движения вездеходов, представляющих в плане треугольник или прямоугольник.*

**Ключевые слова:** вездеход, профильная проходимость, полог леса, вероятность.

N.A. Ivanov

## PROFILE PASSABILITY OF THE LIGHT ALL -WHEEL DRIVE VEHICLES UNDER SHELTERWOOD

*The profile passability criterion is substantiated; the technique for analysis for the light all-wheel drive vehicles in the process of motion under shelterwood is given in the article. The research results of the all-wheel drive vehicle motion which represent a triangle or a rectangle in the plan are given.*

**Key words:** all-wheel drive vehicle, profile passability, shelterwood, probability.

В общем случае под проходимость понимают эксплуатационное свойство машины, определяющее возможность ее перемещения в конкретных условиях, в том числе при преодолении различных препятствий. Поскольку эксплуатационные условия для машин совершенно неодинаковы, то до сих пор нет единого определения проходимости для различных машин, очевидно, его и не может быть. Также отличаются показатели, по которым производится оценка проходимости различных машин. Применительно к автомобилям, например, профильную проходимость в соответствии с ГОСТ 22653-77 оценивают по следующим единичным показателям: дорожному просвету, переднему (заднему) свесу, углу переднего (заднего) свеса, продольному радиусу проходимости, наибольшему углу преодолеваемого подъема, наибольшему углу преодолеваемого косогора. Для полноприводных автомобилей в соответствии с РТМ 37.001. 039-77 основными измерителями профильной проходимости является ширина преодолеваемого в поперечном направлении рва и высота преодолеваемой вертикальной стенки [1].

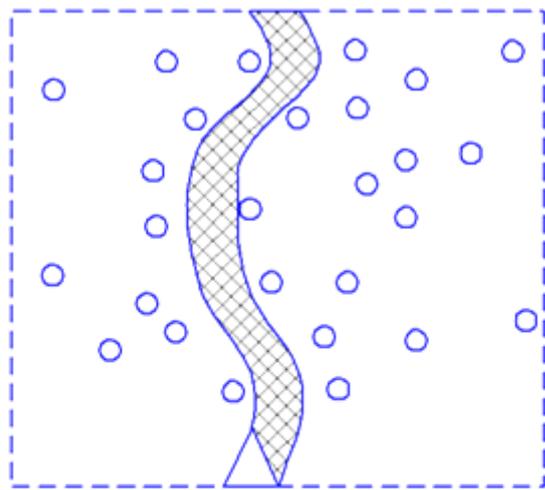
Исследование профильной проходимости вездехода при его движении под пологом леса, разработка новых более совершенных методик ее анализа является весьма актуальной проблемой для практики, потому что ее решение неразрывно связано с возможностью выполнения машиной ее технологических задач в условиях производства.

Проблема изучения процесса передвижения машины под пологом леса появилась со времени внедрения транспортных машин в технологический процесс лесозаготовок, то есть с середины прошлого века. Ее решению посвящены работы таких ученых, как И.М. Бартенев [2], М.Г. Бергер [3], В.И. Прядкин [4], С.Г. Жендаев [5] и др. Однако ряд вопросов по анализу проходимости машин под пологом леса, о влиянии на проходимость конструктивных параметров лесных машин и условий эксплуатации являются до сих пор неизученными.

Недостаточная изученность вопроса о передвижении транспортно-технологических машин под пологом леса объясняется в немалой степени отсутствием методик оценки вероятности преодоления участка леса, адекватно отражающих движение вездехода. В данном случае особое значение приобретает вопрос выбора критерия оценки проходимости.

При движении машины под пологом леса физический смысл понятия "профильная проходимость" заключается в нарушении возможности перемещения вездехода в выбранном направлении в результате его взаимодействия с непреодолимым препятствием – деревом. В итоге при низкой профильной проходимости вездеход в условиях лесопромышленного производства не может выполнять технологические функции вообще. При этом возможность перемещения вездехода без встречи с деревом количественно можно оценить через вероятность преодоления участка местности, покрытого деревьями. Исходя из вышеизложенного, профильную проходимость, выраженную через вероятность преодоления участка лесистой местности, можно выделить как наиболее важное эксплуатационное качество машины и принять его в качестве критерия при обосновании параметров легких вездеходов при их использовании в условиях лесопромышленного производства.

Нами рассматриваются математические модели для оценки проходимости легкого вездехода по участку местности под пологом леса с учетом его размеров, его формы в плане способа управления, маневренности и плотности расположения деревьев.



- $\triangle$  - вездеход шириной  $b$
- $\circ$  - деревья в количестве  $N_{шт}$  радиусом  $R_0$
- $\square$  - пробная площадь,  $S_0$
- $\blacksquare$  - площадь, покрываемая вездеходом при движении,  $S$

Рис. 1. Схема движения вездехода под пологом леса

встрече с деревом он может сделать один шаг назад, выбрать новый путь и продолжить движение.

Решение задачи основано на том, что вероятность отсутствия точечных препятствий  $P(0)$  или деревьев при  $R_0 = 0$  на площади  $S$ , которую покрывает вездеход при движении, составляет  $e^{-S \cdot \rho}$  или

$$P(0) = \frac{1}{e^{S \cdot \rho}}, \quad (1)$$

где  $\rho = \frac{N}{S_0}$  – плотность деревьев на участке. Если же  $R_0 > 0$ , но  $R_0 \ll b$ , что больше соответствует реальности, задачу можно свести к случаю, когда  $R_0 = 0$ , считая ширину вездехода, равной  $b_0 = b + 2R_0$ .

Как отмечено выше, перемещения вездехода на расстояние, равное  $\Delta L$ , можно достичь тремя способами: движением вперед на  $\Delta L$ ; поворотом влево относительно заднего левого колеса; поворотом вправо относительно заднего правого колеса. При этом в соответствии с теорией вероятностей для вычисления вероятности сдвига на один шаг хотя бы в одном из направлений необходимо знать вероятности сдвига вперед, налево и направо, а также вероятности сдвига в двух и всех трех направлениях (рис. 2, вариант трехколесного вездехода).

Расчет вероятности перемещения на один шаг  $P(\Delta L)$  ведется по формуле вероятности суммы совместных событий:

$$P(\Delta L) = P_{прав} + P_{лев} + P_{пр} - [P_{лев,пр} + P_{прав,пр} + P_{прав,лев}] + P_{общ}, \quad (2)$$

где  $P_{прав}, P_{лев}, P_{пр}, P_{лев,пр}, P_{прав,пр}, P_{прав,лев}, P_{общ}$  – соответственно вероятность перемещения вездехода на один шаг направо, налево, прямо, сочетание движений налево и прямо, направо и прямо, направо и налево, сочетание движений влево, направо и вперед.

Для определения вероятности перемещения на один шаг необходимо рассчитать площадь, покрываемую вездеходом при перемещении в каждом направлении, подставить полученные значения площадей в формулу (1) и произвести необходимые вычисления с учетом плотности расположения деревьев на участке. Затем полученные вероятности требуется подставить в формулу (2) для определения вероятности суммы совместных событий и рассчитать вероятность совершения одного шага.

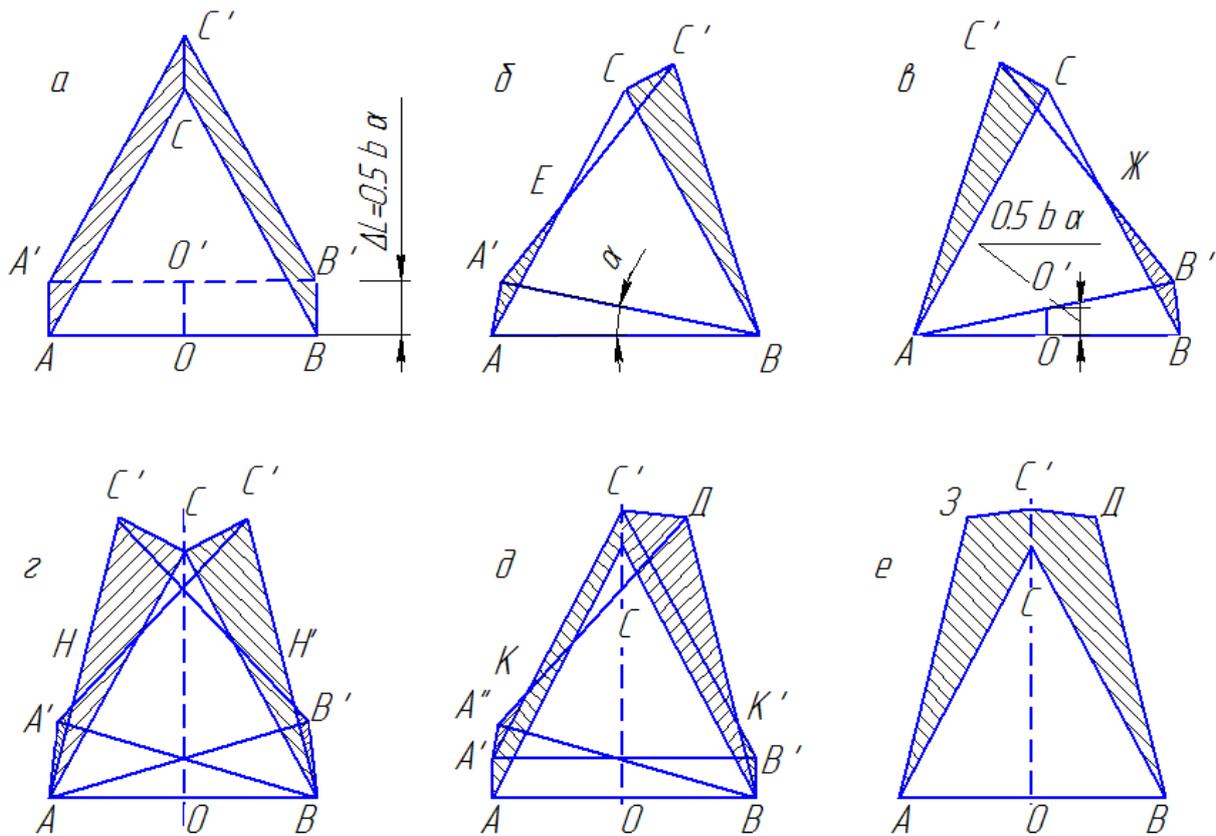


Рис. 2. Схемы возможных перемещений трехколесного вездехода при расчете вероятности сдвига на один шаг: а – движение прямо; б – движение направо; в – движение налево; при сочетании движений: г – налево и направо; д – направо и вперед (или налево и вперед); е – направо, налево и вперед (заштрихованы зоны, свободные от деревьев для осуществления перемещения вездехода)

В итоге получена зависимость для расчета вероятности перемещения трехколесного вездехода на один шаг:

$$P(\Delta L) = 2e^{-0,5b_0^2 \cdot \alpha \left( \frac{1+3\sqrt{3}\alpha}{1+\sqrt{3}\alpha} \right) \cdot \rho} + e^{-0,5b \cdot b_0 \cdot \alpha \cdot \rho} + e^{-2b \cdot b_0 \cdot \alpha \cdot \left( 1 + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^2}{8} \right) \cdot \rho} - 2e^{-b \cdot b_0 \cdot \alpha \cdot \rho \cdot \left( 1,25 + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^2}{8} \right)} - e^{-b_0^2 \cdot \alpha \cdot \left( 1 + \frac{\alpha\sqrt{3}}{2} \right) \cdot \rho} \quad (3)$$

Как видим, параметрами, определяющими свободное движение вездехода при перемещении на один шаг, являются ширина вездехода  $b$ , плотность расположения деревьев  $\rho$  и их диаметр.

Как показывает анализ, для реальных значений входящих в формулу (3) параметров, эта вероятность составляет более 90 %.

Для продвижения же на расстояние  $L$  необходимо последовательно сделать  $n = \frac{L}{\Delta L}$  таких шагов. Вероятность того, что ни на одном шаге движение не будет остановлено  $P(L)$ , определяется по формуле:

$$P(L) = [P(\Delta L)]^{L/\Delta L} \quad (4)$$

Как показывают расчеты, вероятность преодоления участка леса при ограничении маневренности вездехода, что предопределяется отсутствием передачи заднего хода в его трансмиссии, составляет ничтожную величину в связи с возведением в высокую степень числа, меньшего единицы.

Действительному движению больше соответствует задача о выборе пути заранее в пределах обзора местности водителем или, когда при возникновении на пути непреодолимых препятствий в виде деревьев вездеход может сделать один шаг назад с целью найти другой путь.

Возможность такого маневра обеспечивает наличие в силовой передаче вездехода заднего хода.

При высокой маневренности вездехода и, если  $P_{\text{лев}}, P_{\text{пр}} > 0,33$ , где  $P_{\text{лев}} = e^{-S_{\text{лев}}\rho}$ ,  $P_{\text{пр}} = e^{-S_{\text{пр}}\rho}$  – вероятности перемещения на один шаг налево и прямо, то вероятность  $P$  проезда машины на любое расстояние не зависит от этого расстояния и является решением уравнения:

$$1 - P = (1 - P_{лев}P)(1 - P_{np}P)^2. \quad (5)$$

В этом случае решение задается формулой:

$$P = \frac{1}{P_{лев}} + \frac{1}{2P_{np}} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4P_{np}}{P_{лев}^2} (1 - P_{лев})} \right), \quad (6)$$

где движение вездехода при этом теоретически достоверно.

Структурно легкий вездеход может быть выполнен трехколесным, представляющим в плане треугольник, а также четырех- или шестиколесным, представляющим в плане прямоугольник. Вездеход, имеющий в плане прямоугольник, может быть выполнен как с жесткой рамой, так и с шарнирно-сочлененной (ШСР). Поворот вездехода с жесткой прямоугольной рамой осуществляется за счет поворота его передних управляемых колес, поворот вездехода с ломающейся рамой осуществляется за счет складывания полурам.

Поскольку при расчете вероятности преодоления участка местности под пологом леса фигурирует площадь, покрываемая вездеходом при движении, то была выдвинута гипотеза о влиянии формы вездехода в плане и способа его поворота на профильную проходимость.

В результате выполненного анализа получены математические модели (табл.) для оценки проходимости для различных условий движения и различных конструкций вездехода. В этом случае решение независимо от формы вездехода задается формулой (6), но составляющие этой формулы для разных вездеходов в плане будут различны, что предопределяет в итоге разные результаты для различных вариантов исполнения вездехода.

**Математические модели для сравнительной оценки профильной проходимости под пологом леса**

Вариант исполнения вездехода	Математическая модель
Четырех- или шестиколесный с жесткой рамой	$P(L) = \frac{1}{P_{лев}} + \frac{1}{2P_{np}} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4P_{np}}{P_{лев}^2} (1 - P_{лев})} \right),$ <p>где</p> $P_{np} = e^{-S_1 \cdot \rho}; S_1 = (b + d)l; P_{лев} = e^{-S_2 \cdot \rho};$ $S_2 = \frac{1}{2} \left[ a^2 \left( ctg \alpha + \frac{\beta}{\sin^2 \alpha} \right) + b^2 tg \alpha - \frac{a^2 \sin(\alpha + \beta)}{\sin^2 \alpha \cos \alpha} \right] + dl - S_0;$ $S_0 = ba; \beta = \frac{a^2}{bctg \alpha - 0,5a}$
Четырех- или шестиколесный с шарнирно-сочлененной рамой	$P(L) = \frac{1}{P_{лев}} + \frac{1}{2P_{np}} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4P_{np}}{P_{лев}^2} (1 - P_{лев})} \right),$ <p>где</p> $P_{np} = e^{-S_1 \cdot \rho}; S_1 = (b + d)l; P_{лев} = e^{-S_2 \cdot \rho}; S_2 = S_{нов} + S_{сегм}$ $S_{нов} = ab + 0,5a \left( b - 0,5bctg \frac{\alpha}{2} + \Delta + 0,5d \right)^2 - \left( 0,5b - \Delta tg \frac{\alpha}{2} \right)^2 ctg \frac{\alpha}{2}$ $S_{сегм} = \frac{l \sin \frac{\alpha}{2}}{2h} \left[ 2bh ctg \frac{\alpha}{2} + (h - \Delta)^2 + d \left[ \sqrt{\left( h ctg \frac{\alpha}{2} + \frac{b}{2} \right)^2 + (h - \Delta)^2} + h ctg \frac{\alpha}{2} + \frac{b}{2} \right] \right]$
Трехколесный	$P(L) = \frac{1}{P_{лев}} + \frac{1}{2P_{np}} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{4P_{np}}{P_{лев}^2} (1 - P_{лев})} \right),$ <p>где</p> $P_{np} = e^{-S_1 \cdot \rho}; S_1 = (b + d)l; P_{лев} = e^{-S_2 \cdot \rho}$ $S_2 = 0,5 a \left[ (l \sec \alpha + a ctg \alpha) cosec \alpha + b \left( \frac{0,5}{\sin \alpha} - 1 \right) \right] + dl$

По представленным моделям для трех анализируемых вариантов исполнения вездехода были рассчитаны вероятности перемещения на 50 м вездехода шириной  $b = 2,3$  м, длиной  $a = 3,5$  м и построены графики (рис. 3).

Данные, представленные на рис. 3, свидетельствуют о том, что при высокой маневренности вездехо-

ды имеют вероятность преодоления участка лесистой местности более 0,9 при плотности расположения деревьев не более 0,23–0,27 шт/м<sup>2</sup>, что говорит о том, что движение вездехода теоретически достоверно. Причем более высокую проходимость имеют вездеходы с треугольной рамой, т.е. трехколесные, далее идут четырёх- или шестиколёсные с жёсткой прямоугольной рамой и немного уступают им четырёх- или шестиколёсные вездеходы с шарнирно-сочлененной рамой. Разница в проходимости нивелируется при снижении плотности расположения деревьев.

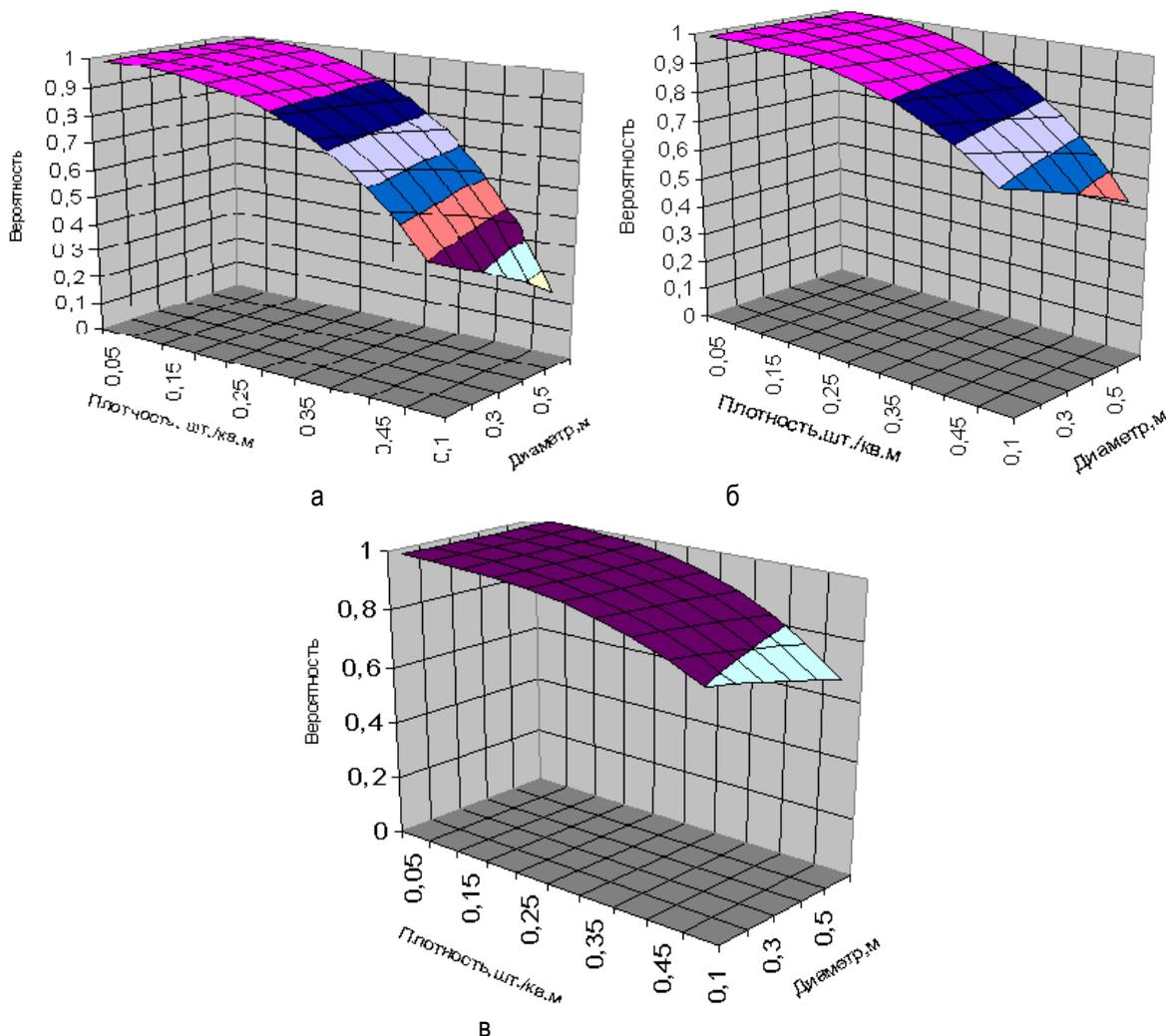


Рис. 3. Вероятность преодоления участка лесистой местности: а – четырёх- или шестиколёсным вездеходом с ШСР; б – четырёх- или шестиколёсным вездеходом с жёсткой прямоугольной рамой; в – трёхколёсным вездеходом

Для практических целей большую значимость представляет задача по определению ширины вездехода для заданной плотности расположения деревьев и вероятности преодоления участка местности под пологом леса.

Условие задачи можно интерпретировать следующим образом: известна плотность расположения деревьев  $\rho$  на участке лесистой местности, необходимо подобрать максимально возможную ширину вездехода  $b$  для заданной вероятности преодоления этого участка  $P$ , чтобы выполнялось условие:

$$P = 1 - (1 - P_{лев}P)(1 - P_{пр}P)(1 - P_{прав}P). \quad (7)$$

Решая это уравнение и подставляя вместо радиуса дерева  $R_0$  его диаметр  $d$ , получаем выражение для определения ширины вездехода:

$$b = \sqrt{1,202d^2 + \frac{1,628}{\rho} \cdot \ln \frac{P}{1-\sqrt[3]{1-P}}} - 1,705d. \quad (8)$$

### Выводы

1. При анализе профильной проходимости вездехода под пологом леса в качестве критерия целесообразно использовать такой показатель как вероятность перемещения вездехода на определенное расстояние.

2. В статье предложен метод анализа профильной проходимости, основанный на изучении положения плоских фигур на плоскости.

3. Параметрами, определяющими свободное движение вездехода при перемещении на один шаг, являются ширина вездехода, плотность расположения деревьев и их диаметр.

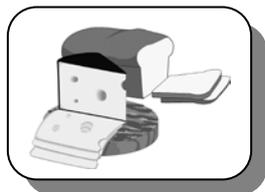
4. Для повышения профильной проходимости при движении вездехода под пологом леса целесообразно его трансмиссию оборудовать передачей заднего хода.

5. Трехколесный вездеход имеет определенные преимущества по профильной проходимости по сравнению с четырех- или шестиколесным вездеходом.

### Литература

1. *Литвинов А.С., Фаробин Я.Е.* Автомобиль: теория эксплуатационных свойств: учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
2. *Бартенев И.М., Родин С.А.* Экологизация технологий и машин лесного комплекса. – Пушкино, 2001. – 88 с.
3. *Беккер М.Г.* Введение в теорию систем местность-машина: пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1973. – 520 с.
4. *Прядкин В.И.* Проходимость колесных транспортно-технологических агрегатов лесного комплекса. – Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2000. – 232 с.
5. *Жендаев С.Г.* Основы тяговой и общей динамики. Проходимость лесотранспортных машин: учеб. пособие / под ред. А.М. Гольдберга. – Л.: РИО ЛТА, 1979. – 84 с.





## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ

УДК 635.07:637.05

В.В. Аксёнов

### ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПЕРЕРАБОТКУ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

*В статье представлены последние инновационные достижения по переработке зернового сырья. Предлагается многоуровневая переработка местных зерновых крахмалососов на кормовые углеводобогащенные патоки, пищевую и техническую продукцию с использованием кавитационно-вихревых технологий, которая позволяет повысить производительность технических средств, интенсифицировать процессы биоконверсии крахмалосодержащего сырья, уменьшить энергопотребление.*

**Ключевые слова:** зерновое сырье, переработка, пищевая и техническая продукция, производительность, энергопотребление.

V.V. Aksyonov

### INNOVATIVE TECHNOLOGY INTRODUCTION INTO GRAIN RAW MATERIAL PROCESSING

*The last innovative achievements on grain raw material processing are given in the article. Multilevel processing of the local grain starch crops into fodder molasses which are enriched in carbohydrates, food and technical production by means of cavitation and vortex technologies which allows to raise productivity of the facilities, to intensify the processes of starch-containing raw material bioconversion and to reduce power consumption is offered.*

**Key words:** grain raw materials, processing, food and technical production, productivity, power consumption.

В настоящее время все большую важность приобретает вопрос технологического перевооружения всех отраслей отечественного производства.

Сельскохозяйственная отрасль в России является одной из стратегических и стабильно развивающихся. Это подтверждается и тем фактом, что в период последнего экономического кризиса российский агропромышленный комплекс показал общий прирост по валовому объему выпускаемой продукции, тогда как в некоторых отраслях выпуск продукции упал на 40–50 %.

С другой стороны, для многих отраслей АПК необходимо технологическое обновление, которое надо начинать с прорывных технологий.

Производство зерна является одной из стратегических, жизнеобеспечивающих отраслей. В последнее время в России собираются стабильно высокие урожаи зерновых. Так, в 2009 году было собрано более 100 млн т зерновых при общей потребности до 70 млн т в год. Государственной закупки зерна в 2009 году практически не было, так как на элеваторах лежало интервенционное зерно 2005–2008 годов, на хранение и поддержание кондиционных свойств которого ежемесячно тратилось около 1 млрд руб. бюджетных средств. Намерения по увеличению экспорта российского зерна ограничены следующими факторами:

- недостатком специализированных морских терминалов;
- острой нехваткой железнодорожных зерновозов;
- низкой пропускной способностью российских железных дорог;
- невысоким качеством российского зерна;
- устоявшимся мировым зерновым рынком;
- неудовлетворительной логистикой по доставке зерна в порты (особенно из регионов Сибирского федерального округа).

На наш взгляд, вывозить стратегическое сырье, каковым является зерно, экономически нецелесообразно, так как, подвергая его глубокому переделам, можно получить более высокую добавочную стоимость.

Глубокая переработка зерна, базирующаяся на новых технологиях и технических средствах, может явиться тем инновационным направлением, которое будет способствовать развитию агропромышленного комплекса России, вовлекая одновременно в производство ряд смежных отраслей промышленности: машиностроение, металлургическую, строительную и др.

Глубокую переработку зернового крахмалсодержащего сырья, с нашей точки зрения, условно можно подразделить на ряд этапов, реализация которых может идти как последовательно, так и параллельно.

**Первый уровень (этап)** – переработка зерна, зерновых смесей, отходов элеваторов, мелькомбинатов и т.п. на кормовые сахаросодержащие продукты – зерновые патоки. Реализация этого уровня является малозатратной и может производиться непосредственно в хозяйствах. Сырьем может служить пшеница, рожь, ячмень, овес и другое крахмалосодержащее сырье различных кондиций или отходы зерноперерабатывающих предприятий.

Инновационные технологии получения зерновых паток из местного сырья запатентованы [1–5] и внедрены в ряде хозяйств Новосибирской и Томской областях, Алтайского и Красноярского краев. Производительность таких технологических линий от 0,5 до 15 т/сутки. Окупаемость зависит главным образом от цены на молоко и производительности линий и при наличии 1000 голов КРС при потребности в зерновой патоке не менее 5 т в сутки и приемной цене на молоко от 17 руб. за литр составляет 5–7 месяцев.

Мы производим линейку технологических линий по выпуску зерновых паток производительностью от 500 кг до 15 т/сутки и размещаем их непосредственно в хозяйствах. При отсутствии помещений для размещения таких линий в хозяйстве предлагается контейнерный вариант.

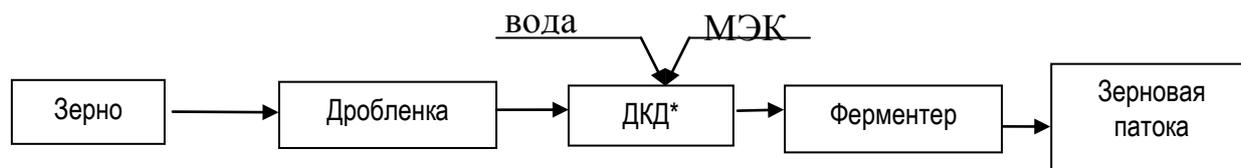


Рис. 1. Принципиальная схема получения кормовых паток из зерна

Принципиальная технологическая схема получения зерновых кормовых паток представлена на рис. 1. Она состоит из ряда операций: измельчение зерна до дробленки, дезинтеграция и нагревание водно-зерновой смеси в диспергаторе кавитационного действия (ДКД), где происходит желатинизация и разжижение водно-зерновых эмульсий под действием мультисубстратных композиций (МЭК). Далее гидролизаты подвергают осахариванию в ферментере с получением кормовых паток. Линия автоматизирована и может легко быть компьютеризирована.

Анализ по применению технологии получения зерновых паток по вышеприведенной схеме показал, что энергозатраты на производство 1 л зерновой патоки в случае использования кавитационных установок в 3,67 раза меньше, чем в агрегате для приготовления кормов «Сибирь-АПК-0,7» (изготовитель – завод «Труд») и в 5,28 раза меньше, чем в установке по изготовлению «жидких паток» (производитель – «Сиббиофарм»).

Содержание легкоперевариваемых углеводов в наших зерновых патоках зависит от вида сырья и составляет от 16 до 25 %, в то время как в «жидких зерновых патоках» от 8 до 12 %.

**Второй уровень** – глубокая переработка зерна (на примере пшеницы) (рис. 2). Основными продуктами в этом случае являются нативные крахмалы и нативная клейковина [6–9]. Далее нативный крахмал может подвергаться ферментативному гидролизу на пищевые патоки различного углеводного состава, глюкозу различного значения и глюкозо-фруктозные сиропы, а клейковина является ценным белковым продуктом и может широко использоваться в пищевой и комбикормовой промышленности.

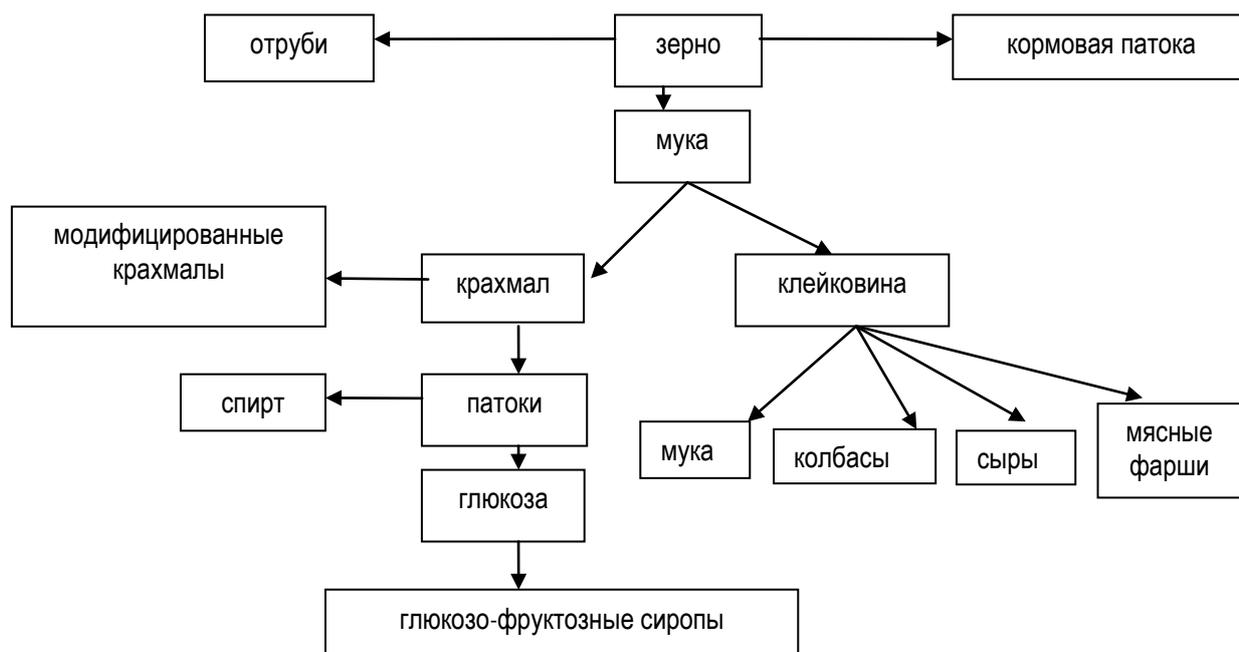


Рис. 2. Принципиальная схема глубокой переработки зерна пшеницы

Крахмал является стратегическим сырьем. Производство крахмала и крахмалопродуктов в мире непрерывно возрастает и занимает одно из ведущих мест в экономике промышленно развитых стран. Это связано как с резким ростом в последние десятилетия выработки сахаристых продуктов из крахмала, получением химически модифицированных крахмалов и биоэтанола, так и с организацией производства пищевых патоки, глюкозы, биоразрушаемых полимерных материалов и кровезаменителей.

Крахмал и его производные широко используются для пищевых целей как углеводные продукты, а также как студнеобразователи, загустители, эмульгаторы, обладающие высокой водоудерживающей способностью. Крахмал входит в состав более 7000 пищевых продуктов и, кроме того, широко используется в ряде стратегических отраслей [10].

В медицине крахмал применяется как наполнитель при таблетировании лечебных средств, как основа для получения кровезаменителей, а продукт полного гидролиза крахмала – глюкоза – является незаменимым и широко используемым медицинским препаратом. Крахмал как основной вид сырья используется в производстве этилового спирта – пищевого, медицинского и технического назначений. Ввиду многообразия свойств, крахмал и его модификации нашли широкое применение в технических целях: в бумажной и текстильной индустрии, для приготовления формовочных смесей в литейном производстве, для стабилизации глинистых растворов при нефтебурении и др.

В отличие от полимеров, получаемых из природного невозобновляемого сырья, – нефти и газа – крахмал является ежегодно возобновляемым биоразрушаемым полимером, который может широко использоваться для производства упаковочных, укрывочных материалов и посуды разового пользования. По мнению экспертов, потребность в крахмалах в России на начальном этапе составляет от 0,5 до 1,0 млн т/год и в настоящее время удовлетворяется главным образом за счет импорта, так как производство собственного кукурузного крахмала составляет до 80000 т в год.

Важными продуктами, получаемыми из крахмала, являются сахаристые крахмалопродукты: пищевые патоки различного назначения, глюкозно-фруктозные сиропы, глюкоза пищевая, микробиологическая и медицинская, фруктоза пищевая и медицинская.

В последнее время в промышленно развитых странах свекловичный и тростниковый сахар в рационе питания и при промышленной переработке все больше заменяется сахаристыми крахмалопродуктами. К ним относятся мальтодекстрины, низкосахаренная, карамельная, глюкозно-мальтозная и некоторые другие виды крахмальных патоки. К продуктам полного гидролиза крахмала относятся глюкоза, фруктоза кристаллическая, сиропы глюкозные и глюкозно-фруктозные с различным содержанием фруктозы (от 42 до 95 %).

В США, ведущей стране по производству сахаристых крахмалопродуктов, соотношение потребляемых объемов тростникового сахара и сахаристых крахмалопродуктов с 1980 по 1990 г. изменилось с соотноше-

ния 1: 1 до соотношения 1: 2 и продолжает изменяться в сторону увеличения выпуска сахаристых крахмалопродуктов. Сейчас в США производится около 10 млн т глюкозно-фруктозных сиропов (ГФС) в год. Мировое производство глюкозно-фруктозных сиропов в 2000 г. составило около 15 млн т и оно постоянно растет высокими темпами. В России ГФС не производится.

На этом этапе мы предлагаем получать пищевые сахаристые крахмалопродукты из нативных крахмалов с использованием кавитационно-вихревых технологий. Применение таких технологий для получения глюкозных и мальтозных паток из кукурузного, ржаного и пшеничного крахмалов показало, что введение в технологическую схему кавитационной установки и газовихревого реактора позволяет уменьшить продолжительность технологического процесса в 2,2–2,5 раза и снизить общее энергопотребление получения паток в 2,7–3,2 раза [6–9].

Прогнозируемый объем потребления сахаристых крахмалопродуктов на начальном этапе в России около 1 млн т в год. В настоящее время российскими производителями вырабатывается ~300 тыс. т паток различного назначения в основном из импортного кукурузного крахмала.

Сахаристые крахмалопродукты очень широко используются в разных отраслях пищевой промышленности и успешно заменяют традиционные сахара в безалкогольных напитках на 100 %, в кондитерских изделиях – до 50, при консервировании – на 70, хлебобулочных изделиях – на 25, молочных продуктах – на 35 % и т.д.

Альтернативными кукурузе крахмалосодержащими источниками являются пшеница, ячмень, рожь, просо, сорго и т.д. Эти источники крахмала являются более перспективными по сравнению с кукурузой, особенно для районов Центрального, Уральского, Сибирского и Дальневосточного округов России. Особенно интересны, как источники нативных крахмалов, пшеница и рожь.

Озимая рожь в Сибири дает стабильные и высокие урожаи (до 40–50 ц/га). Она является хорошим предшественником для других культур и сроки ее уборки на 2–3 недели раньше, чем пшеницы. Содержание крахмала во ржи 57–66 %. Все эти факторы делают эту культуру перспективной с целью переработки на крахмал и сахаристые крахмалопродукты.

Глюкоза является уникальным продуктом, востребованным на рынке. В России собственного производства глюкозы нет. Глюкозу можно подразделить на кормовую, пищевую, техническую, химическую, микробиологическую, фармацевтическую. Ценовой диапазон стоимости глюкозы варьируется от 35 до 180 руб. за 1 кг.

Кормовая глюкоза применяется в некоторых странах (Израиль, Дания) для ликвидации дефицита сахаров в рационах сельскохозяйственных животных. Так, в Израиле ежедневно вносят до 3 кг глюкозы в рацион лактирующих коров с продуктивностью от 12000 кг в год. Пищевая глюкоза используется для производства мороженого, йогуртов, конфет и т.д.

Микробиологическая глюкоза применяется для приготовления питательных сред. Заселяя штаммы различных микроорганизмов в глюкозный раствор, можно получать ряд востребованных продуктов, представленных на рис. 3.

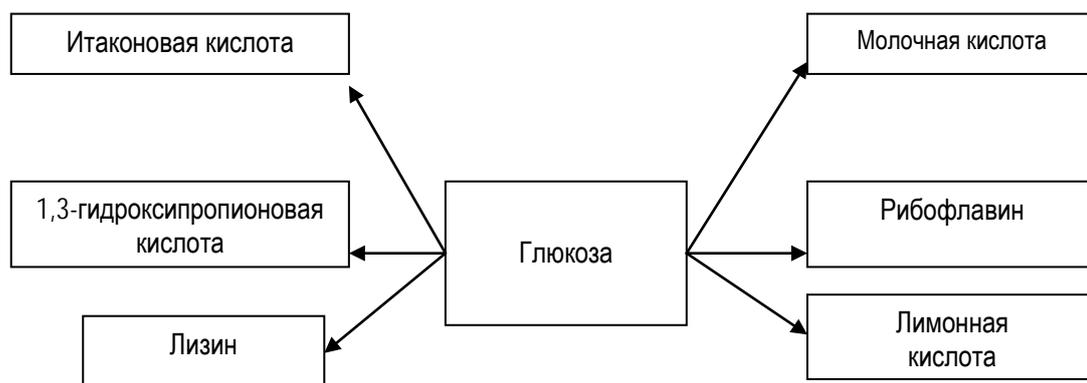


Рис. 3. Основные промышленные соединения, получаемые из микробиологической глюкозы

Что касается производства биоэтанола из российского зернового крахмалосодержащего сырья, то, на наш взгляд, это нецелесообразно. Российское зерно является экобиобезопасной продукцией, генетически

немодифицированным сырьём, в отличие от кукурузного генетически модифицированного крахмала, использование которого в пищевых целях запрещено в странах ЕС.

Для России, обладающей огромными территориями и различными почвенно-климатическими условиями регионов, увеличение производства крахмала и крахмалопродуктов является важным элементом восстановления и подъёма экономики как для восполнения сахарного баланса страны, так и для использования в пищевых и технических целях. При этом рост объемов выработки крахмала и сахаристых крахмалопродуктов должен базироваться на использовании прогрессивных и инновационных технологий переработки местного сырья, выбор вида которого должен определяться условиями самообеспечения регионов, рентабельностью производства и потребностью рынка.

Таким образом, имеющиеся инновационные технологии по глубокой переработке местного зернового крахмалосодержащего сырья и зерновых нативных крахмалов позволяют получать более высокую добавочную стоимость, чем при классической переработке, за счет более широкого ассортимента выпускаемой продукции с более высоким ценовым уровнем.

### Литература

1. Способ получения сахаристых продуктов из зернового сырья: пат. / В.В. Аксёнов, Е.Г. Порсев, В.М. Незамутдинов, К.Я. Мотовилов; ГНУ СибНИПТИП СО РАСХН. – №2285725.
2. Способ получения глюкозно-мальтозо-аминокислотной кормовой добавки из зерна злаковых культур пшеницы и ржи: пат. / К.Я. Мотовилов, О.К. Мотовилов, В.В. Аксёнов; ГНУ СибНИПТИП СО РАСХН. – №2346461.
3. Способ получения сахаристых продуктов из ржаной и пшеничной муки: пат. / В.В. Аксёнов, Е.Г. Порсев, К.Я. Мотовилов; ГНУ СибНИПТИП СО РАСХН. – №2340681.
4. Гомогенизатор роторный на полезную модель: пат. / В.С. Пияшев, Н.А.Трусов, В.В. Аксёнов; ГНУ СибНИПТИП СО РАСХН. – №220205.
5. Установка для производства кормовых углеводных добавок сельскохозяйственным животным: пат. / Н.А. Трусов, В.С. Пияшев, Н.В. Нюшков, В.В. Аксёнов; ГНУ СибНИПТИП СО РАСХН. – №220423.
6. Аксёнов В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья. Сообщение I. Проведение биоконверсии нативных крахмалов в условиях газо-вихревого перемешивания // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 5. – С. 315–320.
7. Аксёнов В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья. Сообщение II. Проведение биоконверсии нативных крахмалов в электроактивированных водных растворах // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 10. – С. 18–20.
8. Аксёнов В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья. Сообщение III. Проведение ферментативной биоконверсии зернового крахмалосодержащего сырья в условиях гидродинамических воздействий // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 1. – С. 26–28.
9. Аксёнов В.В. Комплексная переработка растительного крахмалосодержащего сырья в России // Вестн. КрасГАУ. – 2007. – № 5. – С. 213–218.
10. Аксёнов В.В. Биотехнологические основы глубокой переработки зернового крахмалосодержащего сырья. – Новосибирск, 2010. – 168 с.



УДК 637.12.054

А.Н. Архипов, Ю.С. Малова

## АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ СТРУКТУРИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В статье рассмотрены результаты исследований микроструктуры молочных продуктов (творога, плавленого сыра, желе) при различных концентрациях стабилизатора структуры. Проведен анализ микрофотографий исследуемых молочных продуктов, приведены характерные размеры основных элементов микроструктуры.

**Ключевые слова:** микроструктура, молочные продукты, творог, плавленый сыр, желе, стабилизатор, загуститель.

A.N. Arkhipov, Yu.S. Malova

## MICROSTRUCTURE ANALYSIS OF THE STRUCTURED DAIRY PRODUCTS

The research results of the dairy product (cottage cheese, processed cheese, jelly) microstructure in various concentrations of the structure stabilizer are considered in the article. The analysis of the researched dairy product microphotos is conducted; the microstructure basic element characteristic sizes are given.

**Key words:** microstructure, dairy products, cottage cheese, processed cheese, jelly, stabilizer, thickener.

Целью данной работы является исследование влияния пищевых стабилизаторов на микроструктуру следующих молочных продуктов: творог с массовой долей жира 9 %, плавленый сыр и желе.

Исследования микроструктуры молочных продуктов имеют непосредственное отношение к определению их качественных характеристик и контролю отдельных технологических процессов молочного производства. До настоящего времени данное направление развивалось довольно слабо, что было обусловлено не только отсутствием четкого описания микроструктуры определенных видов молочных продуктов, но и недостаточно разработанными до конца методами микроструктурного анализа.

С обновлением материально-технической базы на протяжении последних десяти лет появились новые возможности для исследования микроструктуры пищевых продуктов. Такие методы анализа, как электронно-микроскопическое исследование и рентгеноспектральный микроанализ, позволяют получить более полное описание содержания макро- и микроэлементов в продуктах, их пространственное расположение, структуру и прочие характеристики.

## Физико-химические показатели объектов исследований и массовая доля в них стабилизаторов структуры

Продукт	Массовая доля		Вид и массовая доля стабилизатора структуры, %
	белка, %	жира, %	
Творог	16,7	9	Пирофосфат натрия (0,5; 2,5)
Плавленый сыр	22,0	24	Ксантановая камедь (0,5; 2,5)
Желе	4,5	11	Пектин (0,5; 2,5)

В доступной литературе особое внимание уделяется исследованию микроструктуры сыров. Исследования ведутся также для других видов молочных продуктов (сметаны, творога, сухого молока и т.д.). Среди работ в данном направлении стоит отметить работы академиков Н.Н. Липатова, В.Д. Харитонова, А.Г. Храмова и др.

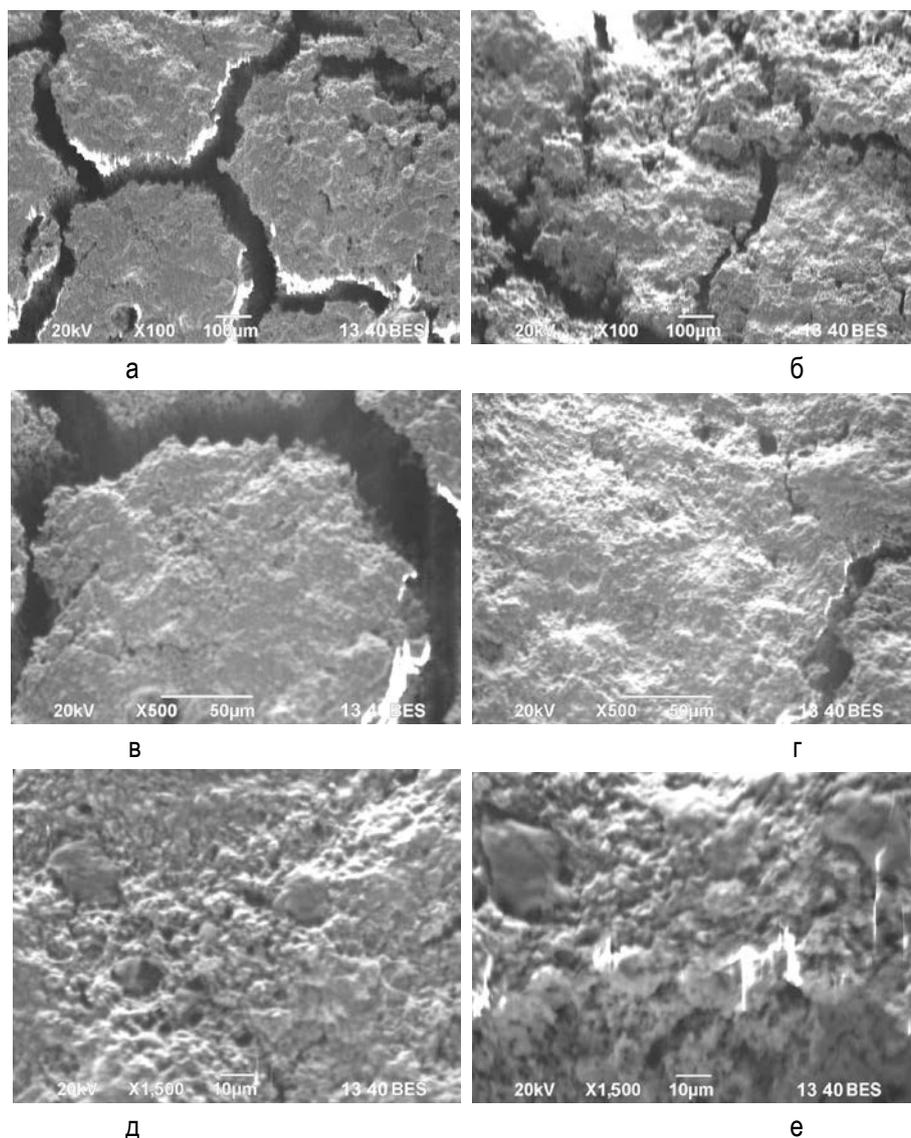
Исследование микроструктуры проводили на следующих объектах: плавленый сыр, творог с массовой долей жира 9 % и желе (табл.). На рисунке 1 приведены микрофотографии творога с массовой долей жира 9 % при использовании пирофосфата натрия с массовой долей 0,5 и 2,5 % с увеличением в 100, 500 и 1500 раз. На нем хорошо видны крупные трещины, расположенные по всей поверхности, шириной 10–80 мкм при массовой доли стабилизатора структуры 0,5 % и 5–60 мкм при массовой доли стабилизатора структуры 2,5 %. Также видно, что при повышении массовой доли стабилизатора структуры снижается количество

трещин (рис. 1, а, б, в, г). Творог характеризуется мелкодисперсной структурой, основными компонентами которой являются белки и жир.

Микропустоты на срезах, образованных трещинами, хорошо заметны на рис. 1, д, е, размер которых колеблется в пределах 2–10 мкм. Творог с меньшей массовой долей стабилизатора структуры характеризовался более дисперсной структурой (рис. 1, в, г, д, е). На рис. 1, д, е можно увидеть хаотично расположенные жировые элементы в виде крупных и мелких капель неправильной формы, расположенных на поверхности.

Жировой компонент характеризуется высокой дисперсностью, а размер самих капель не превышает 30 мкм. Типичных прослоек не было обнаружено.

На рисунке 2 представлены микрофотографии плавленого сыра с использованием ксантановой камеди с массовой долей 0,5 и 2,5 % при увеличении в 100, 500 и 1500 раз. На микрофотографиях (рис. 2, а, б) присутствуют области неправильной формы однородной консистенции, соответствующие жировым элементам. В верхней части фотографий на рис. 2, а, в отчетливо видна частица солей фосфорнокислотного кальция, шириной около 10 мкм и высотой порядка 50 мкм. Белковая часть характеризуется мелкодисперсной структурой, содержание которой при стабилизаторе структуры с массовой долей 2,5 % наблюдалось больше, чем при 0,5 % массовой доли стабилизатора структуры (рис. 2, д, е).



*Рис. 1. Микроструктура творога с массовой долей жира 9 % с массовой долей стабилизатора структуры 0,5 (а, в, д) и 2,5 % (б, г, е) при кратности увеличения: а – 100 раз; б – 500; в – 1500 раз*

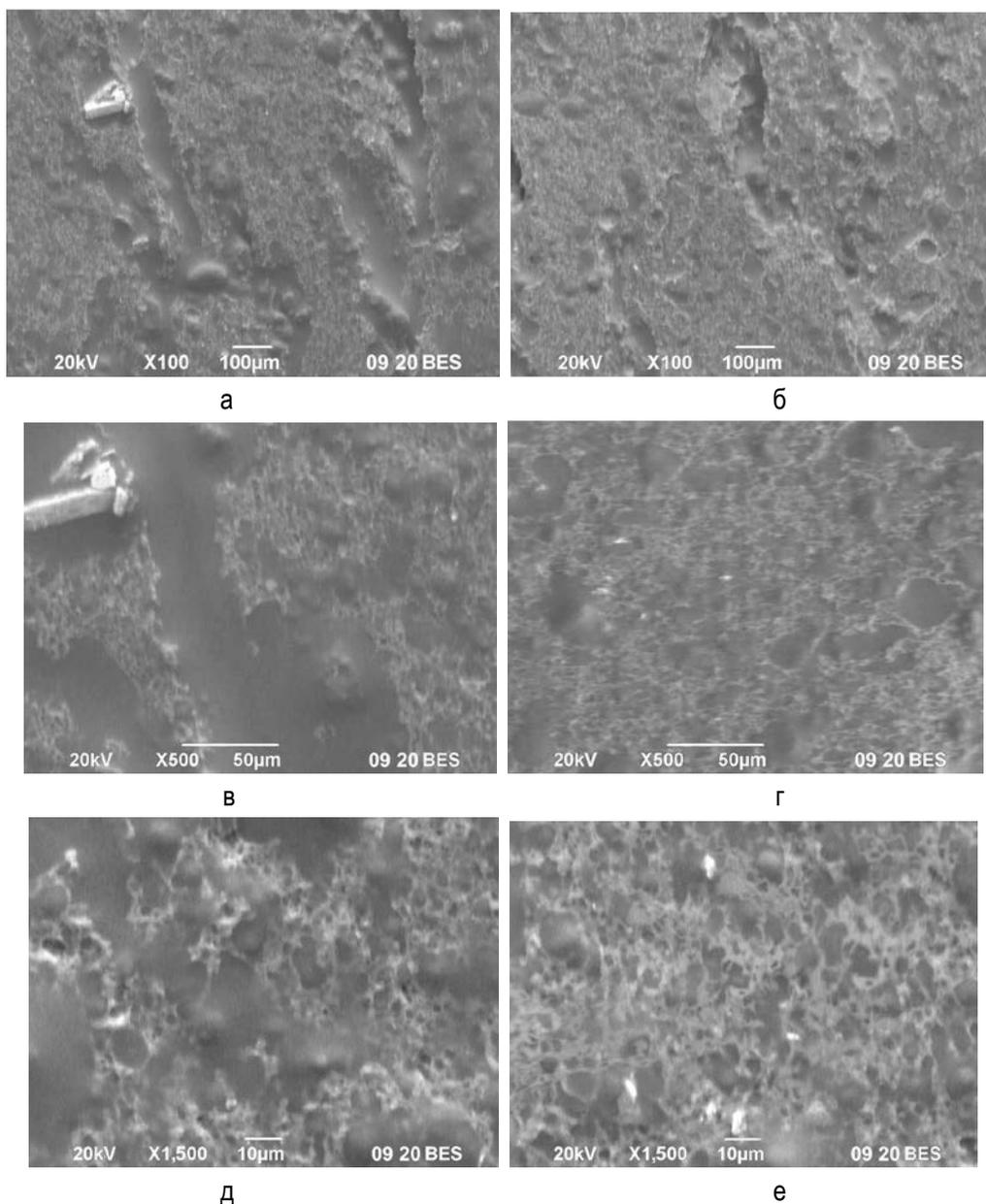


Рис.2. Микроструктура плавленого сыра с массовой долей стабилизатора структуры 0,5 (а, в, д) и 2,5 % (б, г, е) при кратности увеличения: а – 100 раз; б – 500; в – 1500 раз

Соли фосфорнокислотного кальция хорошо выявляются в плавленых сырах в виде характерных образований, сходных по размерам и форме. Их распределение и количество сильно варьируются в зависимости от применяемой соли-плавителя [2].

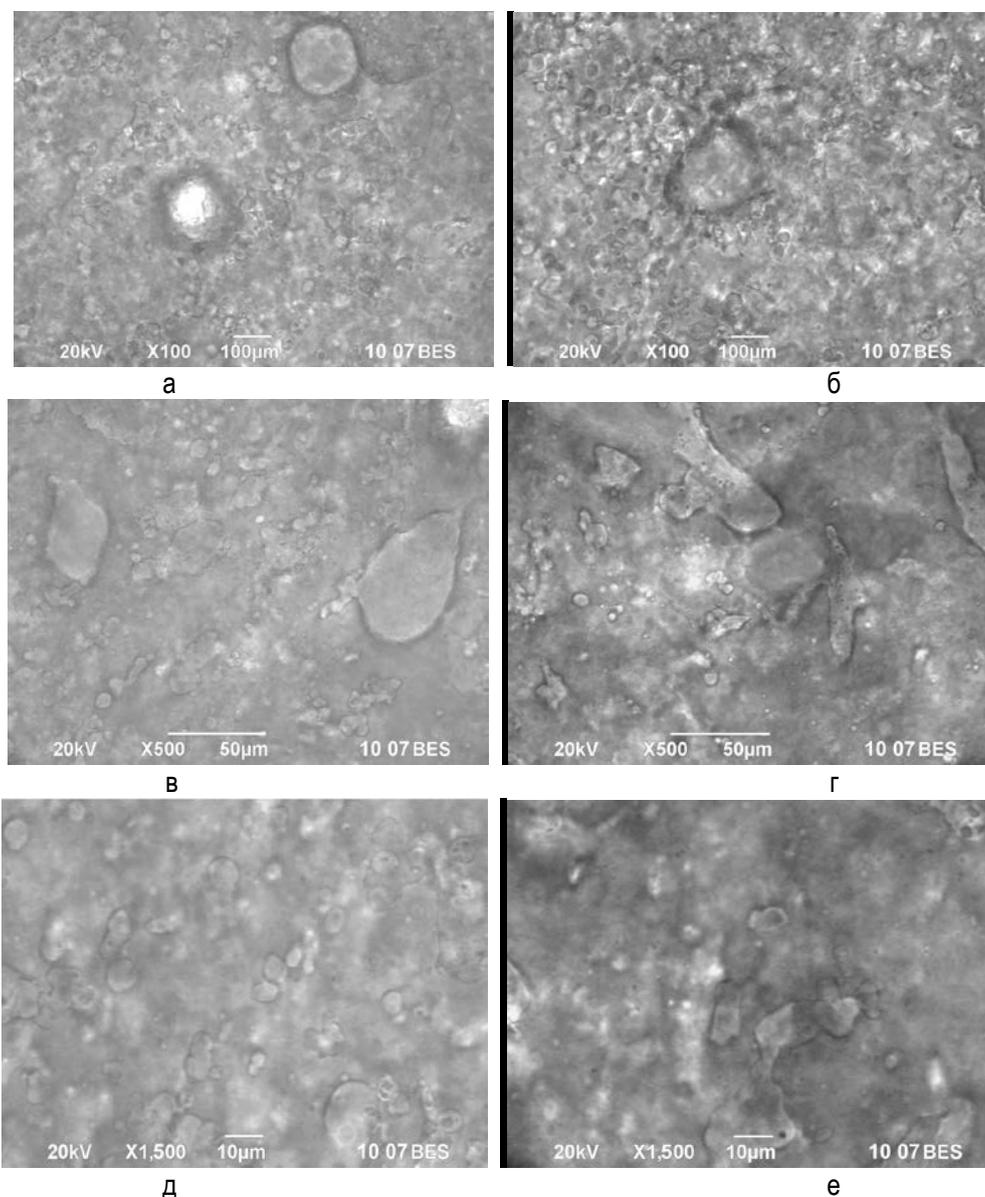
Из теоретических данных следует, что в процессе плавления сыра диаметр частиц солей фосфорнокислотного кальция незначительно уменьшается. Более интенсивно они уменьшаются при использовании лимоннокислого натрия [1,3].

При использовании динатрийфосфата количество отложений резко повышается в начале процесса плавления, в дальнейшем незначительно снижается, а к концу процесса снова увеличивается [2].

Различное действие солей-плавителей на количество отложений солей фосфорнокислотного кальция в плавленом сыре объясняется образованием кальциевых солей разной природы. На количество отложений фосфорнокислотного кальция оказывает влияние зрелость сыра, взятого для плавления. Однако общая динамика действия солей-плавителей прослеживается. На микрофотографии (рис. 2, д) хорошо видны жировые включения, размер которых составляет 5–20 мкм. Также присутствуют соли кальция в виде белых частиц размером 5–8 мкм.

При повышении массовой доли стабилизатора структуры выше и их содержание (рис. 2, е). Микропустоты неправильной формы характеризуются хаотичным расположением. Их размер варьируется от 2 до 8 мкм.

На рисунке 3 приведены микрофотографии желе с использованием пектина с массовой долей 0,5 и 2,5 % с увеличением в 100, 500 и 1500 раз. На микрофотографиях видно, что в структуре желе присутствует большое количество воздушных пустот неправильной формы, размер которых варьируется от 3–5 до 50–70 мкм.



*Рис. 3. Микроструктура желе с массовой долей стабилизатора структуры 0,5 (а, в, д) и 2,5 % (б, г, е) при кратности увеличения: а – 100 раз; б – 500 раз; в – 1500 раз*

В желе с большей массовой долей стабилизатора структуры преобладают более мелкие пустоты (рис. 3, б). Отсутствие жировых элементов связано с достаточно низким содержанием жира в желе – 4–5 %. В желе также прослеживается белковая часть с дисперсной структурой, соответствующая более светлым областям на микрофотографиях. В желе с массовой долей стабилизатора структуры 2,5 % белковые элементы выделялись сильнее, чем при 0,5 % массовой доли стабилизатора структуры.

Таким образом, применение пищевых стабилизаторов ведет к существенным изменениям в структуре молочных продуктов. Пирофосфат натрия и показал наибольшую эффективность в гелеобразующем процессе. После его применения в полученной микроструктуре наблюдается меньшее число микропустот и трещин, данный факт показан на примере творога с массовой долей жира 9 %, что свидетельствует о существенном повышении вязкости вещества.

## Литература

1. Ермолаев В.А. Капиллярное строение твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания // Сыроделие и маслоделие. – 2011. – № 1. – С. 32–33.
2. Остроумов Л.А. Микроструктуры сыров с белой плесенью // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 4. – С. 145–149.
3. Тиняков Г.Г., Тиняков В.Г. Микроструктура молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая пром-сть, 1972. – 256 с.



УДК 664.8.047:635.24

Л.Г. Ермош

### НОВЫЙ ВИД СУШКИ ТОПИНАМБУРА

*В статье представлены результаты исследований химического состава порошка топинамбура, полученного конвективно-вакуум-импульсным способом сушки. Показано, что использование данного способа по сравнению с традиционным способствует более полной сохранности всех биологически активных веществ топинамбура.*

**Ключевые слова:** технологический процесс, пищевая ценность, сушка, топинамбур, биологически активные вещества.

L.G. Ermosh

### NEW TECHNIQUE FOR JERUSALEM ARTICHOKE DRYING

*The research results of chemical composition of the Jerusalem artichoke powder which is received by means of the convectional, vacuum and impulse way of drying are given in the article. It is shown that use of the given way in comparison with the traditional promotes fuller safety of all biologically active substances of Jerusalem artichoke.*

**Key words:** technological process, food value, drying, Jerusalem artichoke, biologically active substances.

Важнейшей задачей сельскохозяйственных производителей является не только производство и переработка сельскохозяйственного сырья, но и обеспечение сохранности его качества в процессе хранения. Одним из способов повышения сохранности продуктов является их консервирование обезвоживанием в результате применения различных способов сушки.

Растительное сырье как объект сушки характеризуется большим количеством воды и малым содержанием сухих веществ. Основная часть воды находится в свободном виде и только около 5 % связано с клеточными коллоидами и прочно удерживается. Этим объясняется легкость высушивания плодовоовощного сырья до влажности 12–14 % и затрудняет удаление остаточной влаги. Таким образом, растительное сырье представляет собой сложный структурный объект сушки и обезвоживание его без потерь пищевых качеств является трудной задачей [4]. Высушенный пищевой продукт должен иметь высокие показатели качества, как органолептические, так и физико-химические. Оптимальный режим сушки должен осуществляться при минимальном затратах тепла, энергии и заключаться в максимальном сохранении химико-технологических показателей качества сырья, используемого для сушки.

По способу подвода тепла к сырью различают следующие виды искусственной сушки: конвективную – путем непосредственного соприкосновения продукта с сушильным агентом, чаще всего воздухом; контактную – передачей тепла от теплоносителя к продукту через разделяющую их стенку; радиационную – передачей тепла инфракрасными лучами; диэлектрическую – токами высокой и сверхвысокой частоты; вакуумную и ее разновидность – сублимационную [4].

Самым распространенным способом сушки овощей, широко применяемым в перерабатывающей промышленности в настоящее время, является конвективный, разновидностью которого является тепловая сушка. Преимуществом этого способа является возможность регулирования температуры высушиваемого

материала, простое устройство оборудования. Недостатком является то, что градиент температуры направлен в сторону, противоположную градиенту влагосодержания, что тормозит удаление влаги из материала. Сушка продукта таким способом неизбежно сопровождается потерями тепла на нагрев конструкций и окружающей среды. При интенсификации процессов такой сушки продуктов необходимо повышать температуру теплоносителя, что влечет перегрев продукта, особенно на стадии досушки. Испарение влаги происходит только с поверхности, что приводит к появлению пленки, затрудняющей сушку и ухудшающей качество продукта: изменяется цвет, вкус и естественный аромат продукта, снижается его восстанавливаемость при замачивании. Высокая температура и высокая продолжительность сушки способствуют развитию окислительных процессов и приводят к потерям витаминов и биологически активных веществ в сухопродукте, не способствуют подавлению первичной микрофлоры [4].

Более совершенными и эффективными способами обезвоживания, направленными на обеспечение максимальной сохранности пищевых и вкусовых достоинств продукта, а также высокую эффективность процесса, являются инфракрасный, микроволновый, сублимационный способы, сушка со смешанным теплоподводом.

Наряду с вышеуказанными способами в настоящее время стала применяться сушка конвективно-вакуум-импульсным (КВИ) воздействием. При импульсном вакуумировании предварительно нагретого материала интенсифицируются внешний и внутренний тепло- и массообмен за счет мощного градиента давления; процесс влагоудаления интенсифицируется в 5–10 раз с миграцией части влаги на поверхность материала и в сушильную камеру в виде жидкости, минуя фазовый переход в пар. Сокращается длительность процесса и исключается перегрев продуктов не только в первом периоде сушки, но и после удаления свободной влаги. Помимо влаги, происходит активное удаление кислорода из пустот и капилляров, разрушение части межклеточных мембран, что ведет к подавлению окислительно-восстановительных реакций (гибнет часть бактерий), в итоге комплексного воздействия КВИ режимов возникает консервирующий эффект. При КВИ-сушке предельно допустимая температура нагрева фруктов, ягод составляет не выше 56–60°C, некоторых цветов и трав – не выше 38–40°C, овощей – 60–70°C. Подвод тепла к материалу производится конвекцией [2].

Длительность КВИ-сушки разнообразных растительных материалов составляет 40–90 мин, процесс ведется без их перегрева, с максимальным сохранением в высушенных продуктах качественных характеристик исходного сырья – биологически активных компонентов (витаминов, органических кислот, микроэлементов и пр.).

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – ценное пищевое сырье, широко распространенное по всей территории России, в том числе и Сибири. Интерес к данной культуре вызван уникальным химическим составом, особенно углеводным комплексом, значительную часть которого составляют фруктоолигосахариды и инулин [1]. Способы переработки топинамбура направлены на сохранение биологически активных веществ с целью дальнейшего использования его в рецептурах продуктов питания различного назначения.

Появление новых технологий переработки предполагает возможность максимально высокой сохранности пищевых веществ. В настоящее время порошок топинамбура производится перерабатывающими предприятиями ООО «Эспланда-Южная» (Краснодар), ООО «Рязанские просторы» (г. Рязань), ООО «Тера» (г. Хотьково, Московская область) и др., где сушка продукта осуществляется конвективным способом.

До настоящего времени сушка КВИ-способом клубней топинамбура не использовалась.

**Цель исследований.** Изучение химического состава порошка топинамбура, полученного конвективно-вакуум-импульсным способом (КВИС) и сравнение результатов с данными сушки конвективным способом (КС) (традиционным).

**Материалы и методы исследований.** Материалом исследований служил порошок, полученный различными способами сушки при одинаковых температурных режимах.

Клубни топинамбура сорта «Интерес» урожая 2010 г. промывались, очищались, нарезались кубиками 10\*10\*10 мм, укладывались на сетчатые поддоны слоем 30–40 мм и подвергались сушке конвективным способом (КС) (традиционным) при температуре 70°C (рекомендуемой по данной технологии) до остаточной влажности 7–8 %.

Аналогично нарезанные клубни топинамбура укладывались на поддоны слоем 30–40 мм и подвергались сушке конвективно-вакуум-импульсным способом (КВИС) на установке ВИКУС-2Р при температуре 70°C, давлении 0-0,04 МПа до остаточной влажности 7–8 %. Температура, значение вакуума, время сушки и значение влаги в сырье и конечном продукте осуществлялось автоматически.

Высушенный топинамбур измельчали в порошок на вальцовой мельнице. Крупность помола составляла до 0,3 мм.

В работе использовались общепринятые органолептические, физико-химические, биохимические, микробиологические методы исследований в соответствии требованиями нормативной документации на данный вид продукции. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы «Statistica-6.0». Для оценки измерений использовались непараметрические тесты (Уилкоксона, Манн-Уитни). Различия считались достоверными при 95 % уровне значимости ( $p < 0,05$ ).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты исследований по содержанию основных пищевых веществ порошка конвективно-вакуум-импульсной и конвективной сушки представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Содержание основных пищевых веществ в порошке топинамбура при различных способах сушки (в пересчете на сухое вещество)**

Показатель	Порошок топинамбура конвективно-вакуум-импульсной сушки	Порошок топинамбура конвективной сушки
Зола, г	$6,158 \pm 0,042^a$	$6,033 \pm 0,061^b$
Белок, г	$8,967 \pm 0,084^a$	$8,7 \pm 0,100^b$
Жиры, г	$0,467 \pm 0,011^a$	$0,383 \pm 0,04^b$
Общее кол-во сахаров, г	$70,25 \pm 0,214^b$	$71,33 \pm 0,167^a$
В т.ч.: инулин, г	$9,75 \pm 0,1^a$	$7,46 \pm 0,02^b$
пектин, г	$9,267 \pm 0,102^a$	$8,433 \pm 0,042^b$
клетчатка, г	$2,117 \pm 0,060^a$	$2,033 \pm 0,21^b$

Примечание. Различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест,  $p < 0,05$ .

Анализ полученных данных показал, что при сушке топинамбура конвективно-вакуум-импульсным способом сохранность всех основных пищевых веществ выше, чем при традиционном, кроме общего количества сахаров. Содержание таких функционально-физиологических веществ, как белков, выше на 3 %, инулина – на 23,5, пектина – на 9, клетчатки – на 4 %. Общее содержание сахаров в порошке сушки конвективным способом несколько выше, чем в порошке КВИС. Это можно связать с длительностью конвекционной сушки (4,5 ч), при которой наблюдается более интенсивный гидролиз инулина на фруктозаны и моносахариды, повышающий общее содержание сахара.

При конвективно-вакуум-импульсной сушке топинамбура наблюдается более высокая сохранность витаминов и минеральных веществ. Сравнительное содержание витаминов и минеральных при различных способах сушки показано на рис. 1–3.

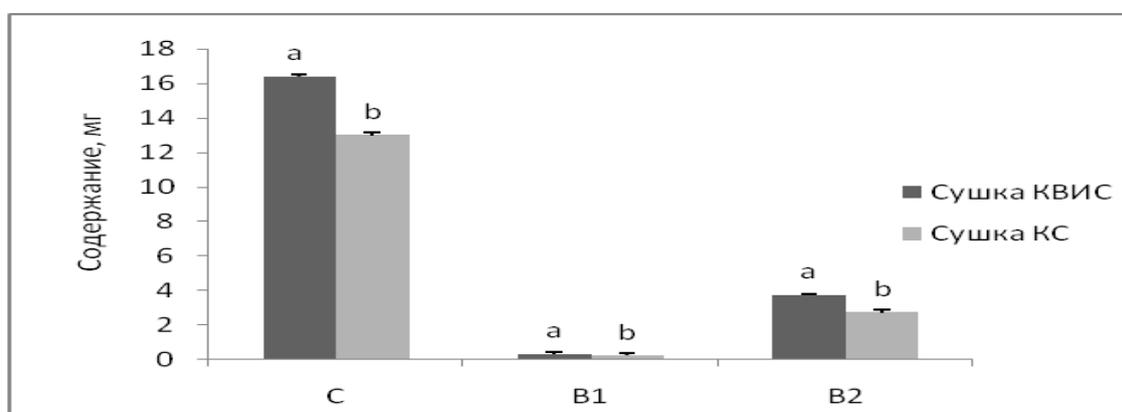


Рис. 1. Содержание некоторых видов витаминов в порошке топинамбура при различных видах сушки (в пересчете на сухое вещество) ( $M \pm m$ , тест Манн-Уитни,  $p < 0,05$ )

При сушке КВИС сохранность витамина С выше на 20,7 %, В1 – на 31,5, В2 – на 26,8 %, чем при конвективной.

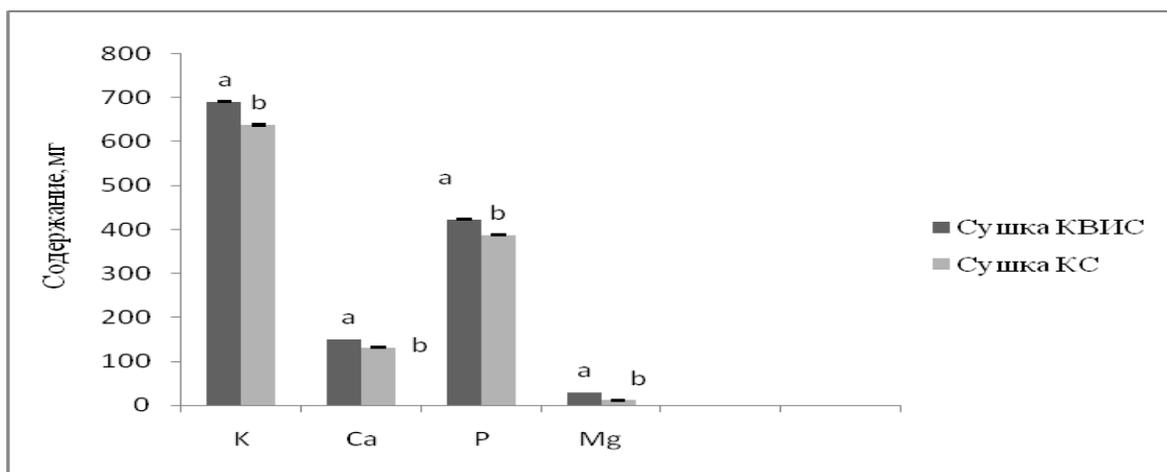


Рис. 2. Содержание основных макроэлементов в порошке топинамбура при различных видах сушки (в пересчете на сухое вещество) ( $M \pm m$ , тест Манн-Уитни,  $p < 0,05$ )

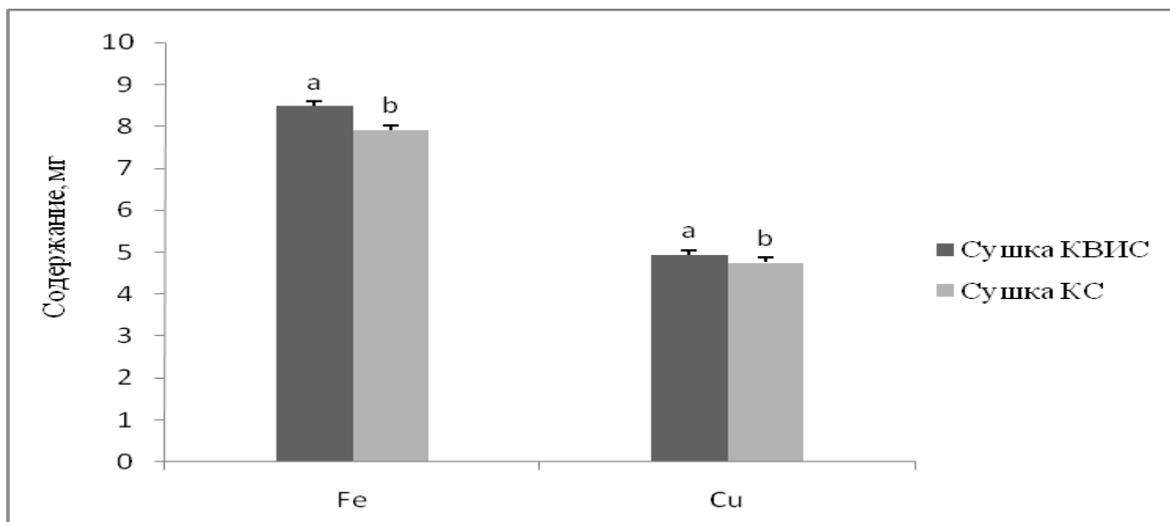


Рис. 3. Содержание железа и меди в порошке топинамбура при различных видах сушки (в пересчете на сухое вещество) ( $M \pm m$ , тест Манн-Уитни,  $p < 0,05$ )

Таким образом, в порошке сушки КВИС сохранность минеральных веществ выше, чем в порошке КС: кальция – на 12,3 %, калия – на 7,7, фосфора – на 8,6, железа – на 6,8, меди – на 3,7 %.

Проведена оценка обеспечения потребности организма человека в основных биологически-активных пищевых веществах за счет порошка топинамбура КВИС согласно МР 2.3.1.2432-08 (табл. 2).

Исследования показали, что порошок топинамбура конвекционно-вакуум-импульсной сушки можно считать источником пектиновых веществ, инулина, витамина В2, дополнительным источником белка. 100 г порошка обеспечивают суточную потребность человека в аскорбиновой кислоте на 18 %, в витамине В1 – на 19,1, железе – на 48,6/87,5 % (соответственно для женщин и мужчин). Результаты исследований позволяют считать порошок топинамбура КВИС функциональным продуктом [3].

## Оценка пищевой ценности порошка топинамбура КВИ-сушки (100 г)

Показатель	Порошок топинамбура КВИС	Суточная потребность, мг, г/сут.	Степень обеспечения жен/муж, %
Белок, г	8,967 ± 0,084	74/89	12,1/10,0
Инулин, г	9,75 ± 0,10	10	97,5
Пектиновые вещества, г	9,267 ± 0,102	2	463,35
Витами С, мг	16,39 ± 0,10	90	18,21
Витамин В1, мг	0,273 ± 0,016	1,5	18,2
Витамин В2, мг	3,70 ± 0,100	1,8	205,6
Калий, мг	691,0 ± 0,45	2500	27,64
Фосфор, мг	423,0 ± 1,00	800	52,88
Кальций, мг	150,0 ± 0,52	1000	15,0
Железо, мг	8,473 ± 0,240	18/10	47,1/84,73
Медь, мг	4,932 ± 0,015	12	41,1

Важным моментом является продолжительность сушки при одном и том же значении температуры (70°C), время сушки КВИС составило 1,5 ч, что в 3 раза меньше по сравнению с традиционной. Этот факт существенно влияет на органолептические показатели порошка: порошок сушки КВИС имеет более светлый цвет, менее сладкий вкус, что расширяет рамки его использования в качестве добавки в различные виды продуктов.

Определены показатели безопасности свежеприготовленного порошка и в контрольных точках хранения (СанПиН 2.3.2.1078-01). С учетом коэффициента запаса определен срок хранения порошка топинамбура КВИС – 8 месяцев (МУК 4.2.1847-04).

### Выводы

Сушка топинамбура конвекционно-вакуум-импульсным способом приводит к более высокой сохранности всех пищевых и биологически-активных веществ по сравнению с конвективным способом. Представленные результаты позволяют считать порошок топинамбура сушки КВИС функциональным пищевым продуктом или функциональной пищевой добавкой для производства различных видов продуктов питания повышенной пищевой ценности.

### Литература

1. Аникиенко Т.И., Цугленок Н.В., Соглаев А.О. Эколого-энергетические и медико-биологические свойства топинамбура. – Красноярск, 2008. – 96 с.
2. Абрамов Я.К., Троицкая М.Ю. Система оздоровительного энергетического питания. Способы и пути получения // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: мат-лы 3-й Всерос. науч. конф. – Барнаул, 2010.
3. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 9 с.
4. Семенов Г.В., Касьянов Г.И. Сушка сырья: мясо, рыба, овощи, фрукты. – Ростов на/Д.: МарТ, 2002. – 112 с.





УДК 261.8

Л.А. Королева, О.В. Мельниченко

**ВЛАСТЬ, РУССКАЯ ПРАВОСЛАВНАЯ ЦЕРКОВЬ И РИМСКО-КАТОЛИЧЕСКАЯ ЦЕРКОВЬ В РОССИИ  
(1985–2000 гг.): К ВОПРОСУ О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ**

*В статье анализируется эволюция отношений между государством, Русской православной церковью и Римско-католической церковью в России. Рассматриваются факторы влияния, причины противостояния и формы сотрудничества между ними в период 1985–2000 гг.*

**Ключевые слова:** Россия, СССР, государство, Русская православная церковь, Римско-католическая церковь.

L.A. Koroleva, O.V. Melnichenko

**POWER, RUSSIAN ORTHODOX CHURCH AND ROMAN CATHOLIC CHURCH IN RUSSIA (1985–2000):  
TO THE ISSUE ON MUTUAL RELATIONS**

*Evolution of the relations among the state, Russian Orthodox Church and Roman Catholic Church in Russia is analyzed in the article. Factors of influence, the opposition reasons and the forms of co-operation among them in the period of 1985–2000 are considered.*

**Key words:** Russia, USSR, state, Russian Orthodox Church, Roman Catholic Church.

---

Взаимоотношения Русской Православной церкви (РПЦ) и Римско-католической церкви (РКЦ) на протяжении длительного времени складывались весьма неоднозначно. До II Ватиканского собора 1962–1965 гг. отношений между РПЦ и РКЦ фактически не было. На Ватиканском соборе были скорректированы ключевые положения социальной доктрины и экуменические принципы Римско-католической церкви, православные были признаны братьями по вере. С 1967 г. проводятся регулярные богословские собеседования делегаций данных конфессий.

Однако со второй половины 1980-х гг. в отношениях между Русской православной церковью и Римско-католической церковью начинаются трения. В связи с этим цель работы состоит в исследовании причин и предпосылок развития взаимоотношений, факторов влияния на них, форм сотрудничества во второй половине 1980–2000-х гг.

В качестве теоретико-методологической основы исследований были избраны принципы: а) объективности; б) историзма; в) системности; г) объективного учета социально-личностного в предмете исследований и наиболее возможная нейтрализация субъективного отношения исследователя при оценке и интерпретации фактов. Кроме методологических принципов, в работе были использованы специально-исторические принципы: сравнительно-исторический, актуализации, проблемно-хронологический, диахронный. А также общенаучные принципы: структурно-системный, статистический, классификации, позволившие проанализировать эволюцию православно-католических отношений в комплексе их составляющих, проанализировать и сопоставить различные данные для определения основных особенностей и сущностных характеристик религиозной практики РПЦ и РКЦ.

Со второй половины 1980-х гг. в СССР происходит кардинальное изменение социально-экономических условий существования, что вызывает перемены в деятельности РПЦ и, как следствие, в ее отношениях с другими конфессиями, в том числе и РКЦ.

Со второй половины 1980-х гг. руководство СССР начало выстраивать новые отношения с Ватиканом, что было связано, в первую очередь, не с религиозной, а политической целесообразностью. Советское руководство сочло, что «линия на постепенное развитие контактов с Ватиканом и способствовала приведению в норму отношений между религиозными организациями и верующими» [12, д. 258, л. 40] и

поэтому предлагались конкретные мероприятия реализации данной программы – обращения патриарха, встречи делегаций с обеих сторон, совместные консультации и т.д. Данные предложения были одобрены как со стороны ЦК КПСС, так и МИД СССР и КГБ СССР. В то же время советское руководство учитывало шаги Ватикана и действовало соответственно.

В январе 1986 г. папа римский Иоанн Павел II выступил с инициативой провести молитвы за мир во всех национальных церквях и встречу руководителей всех церквей и некоторых религиозных международных организаций в Италии под эгидой Ватикана, посвященную вопросам сохранения мира. Председатель Совета по делам религий при Совете Министров СССР К.М. Харчев подоплеку данных предложений видел в том, что «Ватикан, следуя в фарватере внешней политики США, пытается снизить нарастающий накал антивоенных выступлений не только со стороны деятелей католической церкви, но и других религий. При этом римская курия стремится подчинить своему влиянию международные и национальные религиозные организации, возглавить миротворческую деятельность, направив ее в выгодное империалистическим кругам русло» [13, д. 46, л. 4]. ЦК КПСС полагал возможным через Совет по делам религий рекомендовать религиозным организациям высказать согласие с инициативой папы только в части проведения молитв за мир, отметив, что в СССР такая практика существует. Участие же советских религиозных представителей в предложенной встрече сделать невозможной из-за заранее неприемлемых для Ватикана контрпредложений. Например, можно было указать, что «современная ситуация в мире требует от церквей не только символических актов, но и конкретных конструктивных действий» [13, д. 46, л. 4]. С этой целью предлагалось принять обращение к главам государств и правительств с призывом взять на себя обязательства о неприменении первыми ядерного и других видов оружия массового уничтожения, прекратить их испытания, не допустить милитаризации космического пространства, добиваться полного и всеобщего разоружения к 2000 г. Кроме того, Совету по делам религий предписывалось оказать содействие религиозным организациям СССР в продвижении их миротворческих предложений среди зарубежной общественности с помощью советских средств массовой информации и общественных организаций, а руководству Русской православной церкви выступить с разъяснением своих позиций в газете итальянской компартии «Унита» [13, д. 46, л. 2].

По мнению Ю.Н. Христораднова, во второй половине 1980-х гг. «существенно активизировалась деятельность Ватикана и буржуазно-националистической эмиграции Запада с целью возрождения на Украине униатской церкви и повышения эффективности деятельности католической церкви в Белоруссии» [12, д. 258, л. 39]. Ю.Н. Христораднов подчеркивал, что зарубежные эмиссары, используя различные каналы обменов и связей, включая туризм, устанавливали контакты с униатским и католическим духовенством, подстрекая его к противоправным акциям. Опасность состояла в том, что действия униатского духовенства создавали обстановку, приобретающую политический характер. Ватикан в одностороннем порядке принял решение о назначении епископа католической церкви в Белоруссии. Позиция Совета по делам религий при Совете Министров СССР выражалась в том, что «необходимо увязать эти вопросы с решением так называемой «униатской проблемы», проведением границ епархий в соответствии с государственными границами, установлением приемлемого для нас порядка согласования назначений иерархов церквей на территории Советского Союза» [12, д. 258, л. 39].

В 1987 г. в ЦК КПСС через посольство в Лондоне поступило письмо О. Мактернана, одного из лидеров католической антивоенной организации «Пакс кристи интернэшнл», тесно связанной с Ватиканом, с просьбой о приеме в ЦК КПСС на уровне члена Политбюро делегации данной организации во главе с ее президентом австрийским кардиналом Ф. Кенигом. Заместитель заведующего международным отделом ЦК КПСС В.В. Загладин указал, что «учитывая влияние «Пакс кристи» в деле привлечения верующих католиков в борьбе за мир и важности разъяснения в религиозных кругах позиции КПСС и Советского государства по проблемам войны и мира, встречу в ЦК КПСС с ее представителями считали бы полезной» [13]. Однако, учитывая позицию Ватикана в отношении СССР, предлагалось прием делегации провести на уровне заместителя заведующего одним из отделов ЦК КПСС и в беседе изложить принципиальные взгляды КПСС в отношении религии и церкви. Приглашение делегации планировалось осуществить по линии Советского комитета защиты мира без посещения прибалтийских республик [13].

В это время «впервые советское внешнеполитическое ведомство признало, что в отношениях с Ватиканом необходимо учитывать и мнение РПЦ [13]. В то же время, когда посол США в СССР Д. Мэтлок в 1988 г. в беседе с К.М. Харчевым проявил заинтересованность к вопросу отношения государства к проблеме униатской церкви, подчеркнув при этом, что «выражая точку зрения американцев, которые считают основной проблемой свободное вероисповедание для существующих униатских обществ, он никоим образом не хотел бы оказывать давления», председатель Совета пояснил: «Вопрос об униатской церкви Советом по

делам религий рассматривается как внутрицерковный, так как вопрос, касающийся взаимоотношений Русской православной церкви и Римско-католической церкви» [11]. К.М. Харчев заметил, что в данном контексте «создававшаяся на Западе шумиха вокруг вопроса регистрации униатской церкви и в этой связи о якобы имевших место нарушениях прав верующих в Советском Союзе отнюдь не способствовали улучшению международного климата» [11, д. 303, л. 2].

В 1989 г. патриарх Пимен изложил позицию Русской православной церкви в отношении «униатской проблемы» в послании папе римскому Иоанну Павлу II. Совет по делам религий при Совете Министров СССР согласно постановлению ЦК КПСС № 17878 от 13.09.1989 г. оказывал необходимое содействие Московской патриархии в решении данного вопроса. В послании РПЦ подтвердила Ватикану твердость и однозначность своей позиции по украинским униатам: «Обнародовать в Москве и Риме пастырские послания и решения, в которых христиане восточного обряда (униаты) призывались бы и благославлялись быть чадами РПЦ под окормлением патриарха Московского и всея Руси, а духовенство, действующее подпольно, объявлялось бы непризнанным» [12, д. 256, л. 96]. При этом патриарх обещал всемерно содействовать благоприятному решению проблем Римско-католической церкви в СССР. В случае же негативного отношения со стороны Ватикана к предложениям РПЦ, московское руководство могло нарушить межцерковный диалог между католической и всеми православными церквями. При вручении послания папе римскому делегацией РПЦ во главе с митрополитом Киевским и Галицким Филаретом (25.08.1989 г.) последний заявил о законности существования католических церквей восточного обряда на Украине, обратив внимание на тот момент, что Рим является гарантом для последователей униатской церкви. Папа римский высказал убеждение, что «в результате перестроечных процессов, особенно после принятия нового законодательства о свободе совести, униатская проблема «разрешится сама собой» [12, д. 256, л. 97]. Заместитель заведующего идеологическим отделом ЦК КПСС А.Я. Дегтярев подчеркнул, что «переговоры выявили неоднозначность подхода высшего руководства Ватикана к униатской проблеме» [12, д. 256, л. 97].

В 1989 г. состоялась встреча членов Синода РПЦ с министром иностранных дел Э.А. Шеварднадзе, после которой МИД РФ стал сообщать РПЦ о своих намерениях в отношении Ватикана. С 1991 г. М.С. Горбачев в своих посланиях папе римскому стал соотносить свои инициативы с пожеланиями патриарха [6, с. 39–41]. При этом российские власти постоянно заявляли о своем стремлении наладить диалог между РПЦ и Ватиканом, тогда как Ватикан в данный период тщательно разводил межгосударственные и межконфессиональные отношения [7, с. 2]. В конечном итоге Римско-католическая церковь начала действовать в России как централизованная религиозная организация, что стимулировало активизацию деятельности РКЦ и вызвало осложнение отношений РПЦ с Римско-католической церковью.

В 1990–1991 гг. Ватикан реорганизовал структуру Католической церкви в России, назначив апостольских администраторов католиков латинского обряда Европейской части России и Азиатской части России – архиепископа Тадеуша Кондрусевича с резиденцией в Москве и епископа-иезуита Иосифа Верта с резиденцией в Новосибирске, которые родились в СССР и были знакомы с советско-российской действительностью [8, с. 254–255]. Позже были созданы апостольские администрации для католиков юга России и востока Сибири и Дальнего Востока. В 1999 г. апостольские администрации были объединены в конференцию католических епископов России. В результате в стране было создано более полутора сотен приходов, несколько католических учебных заведений и благотворительных организаций.

Русская православная церковь оказалась не готовой существовать в условиях соревнования и соперничества, утратив за советский период истории навыки миссионерской деятельности и приходской работы вне храма. В свою очередь, протестанты и католики, приехавшие с Запада, обладали значительным опытом в подобного рода формах религиозной практики. Как следствие, между Русской православной церковью и западными христианскими организациями возникли сложности в отношениях.

Миссионерская деятельность и прозелитизм также понимались по-разному. Протестанты считали, что любой человек, являющийся лишь «номинальным» христианином, даже если он был ранее крещен, может рассматриваться в качестве законного объекта евангелизации в любом регионе мира независимо от того, действует ли там другая христианская церковь, и этот регион будет считаться «законным миссионерским полем». Католики к этому добавляли представление о вселенском характере своей церкви и считали возможным заниматься миссионерством в любой стране, поскольку каждый гражданин обладает свободой выбора вероисповедания [5, с. 35–36]. Известный деятель Католической церкви в России Б. Антонини считает, что следует развести и «нащупать тонкую грань между проповедью, миссионерством и прозелитизмом», Церковь имеет право «проповедовать там, где только это возможно», она «обязана нести Слово Христово всем народам, уважая в то же время свободу совести каждого человека. Церковь

предлагает Истину, но никому не навязывает ее». Причем, «пастырская деятельность Католической церкви в России не вдохновляется духом Крестовых походов» [1, с. 20].

По мнению же Русской православной Церкви, поскольку Россия является канонической территорией РПЦ и основная часть российского населения находится под ее «духовным окормлением», то Россия не должна выступать открытой площадкой для миссионерской деятельности других конфессий. Таким образом, то, что «в глазах евангелических деноминаций представлялось законной миссионерской деятельностью, в глазах РПЦ выглядело как недопустимый прозелитизм. Поэтому по инициативе РПЦ, поддержанной всеми поместными православными церквами, был приостановлен богословский православно-католический диалог» [14, с. 3].

К середине 1990-х гг. дискуссия о прозелитизме приобрела более острый характер в связи с явной политизацией религии. Государственные структуры, пытаясь заручиться поддержкой со стороны населения, стали проявлять небывалую толерантность и даже покровительство в отношении Русской православной церкви, стремясь повысить свой авторитет. Политические деятели со всевозможных трибун порицали прозелитизм, «разоблачали сущность» зарубежных миссий, тоталитарных сект и деструктивных культов. Подобные выступления находили отклик и понимание со стороны населения, поскольку к середине 1990-х гг. произошло своего рода «отрезвление» в отношении западных ценностей. В фокусе внимания общественности вновь оказываются православие и другие традиционные конфессии; высказывались опасения, что религиозные свободы зашли чрезмерно далеко и несут в себе опасность настоящим российским духовным традициям; проникновение в российскую действительность новых религиозных учений может привести к размыванию истинных духовных основ и национальной самобытности и идентичности.

В 1995 г. состоялась консультация Всемирного совета церквей по вопросу прозелитизма в Московской духовной академии, на которой было дано определение прозелитизму как «обращению христиан из одной конфессии в другую с использованием методов и средств, противоречащих принципам и духу христианской любви и свободы личности» [9, с. 80].

К середине 1990-х гг. миссионерская деятельность Русской православной церкви в противовес инославному прозелитизму активизируется. На Архиерейском соборе 1994 г. было принято определение «О православной миссии в современном мире», и затем образован Миссионерский отдел Московского патриархата, имевший главную цель «оторванному от культурной среды прозелитизму противопоставить миссию, связанную с культурой и традициями народов, среди которых велась проповедь» [4, с. 71]. Со второй половины 1990-х гг. стали регулярно проходить Всецерковные миссионерские съезды. В ноябре 1995 г. был образован специальный Православный миссионерский фонд Русской православной церкви.

Папу римского Иоанна Павла II приглашали с визитом в Россию М.С. Горбачев, Б.Н. Ельцин, но понтифик настаивал на обязательном приглашении от предстоятеля РПЦ, и randevu не состоялось. В процессе подготовки к встрече папы римского с патриархом Московским и всея Руси Алексием II (Австрия, 1997 г.) был разработан проект совместного заявления, в котором присутствовало положение об отказе от униатства как средства воссоединения церквей и от католического прозелитизма в России и других странах СНГ. Однако РКЦ в конечном итоге сочла недопустимым согласиться с данными тезисами, и запланированная встреча была отменена.

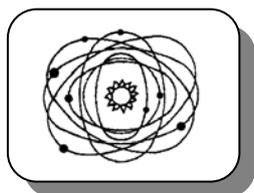
В 2000 г. из-за серьезных расхождений в трактовке вопроса «унии» между православными и католиками деятельность смешанной комиссии по богословскому диалогу между церквями была прекращена.

Итак, отношения РПЦ с Римско-католической церковью складывались напряженно из-за борьбы за сферы влияния. В связи с изменившимися социально-экономическими условиями в СССР во второй половине 1980-х гг. РКП усилила свое проникновение в Россию, тогда как РПЦ оказалась не конкурентноспособной. Проблема прозелитизма усугубляла ситуацию. Однако власти был необходим диалог РПЦ и РКЦ, и отношения начинают выстраиваться с конца 2000-х гг. Следует согласиться с В.В. Заярным, что «борьба Русской православной церкви с конкурирующей Римско-католической церковью и движением экуменизма, с одной стороны, вписывается в направление внешнеполитической деятельности России по защите своих национально-государственных интересов и зон влияния в СНГ, с другой стороны – отражает нежелание Русской православной церкви менять свою политику в области миссионерско-проповеднической деятельности, в проведении реформ структуры самой церкви, отношении к реформам в современном обществе» [3, с. 12–13].

**Литература**

1. *Антонини Б.* Что я думаю о прозелитизме // Свет Евангелия. – 2000. – № 37. – С. 20.
2. *Донцев С.П.* Государство, церковь и православно-католический диалог в конце XX – начале XXI вв. // Государство, общество, церковь в истории России XX века: мат-лы X Междунар. науч. конф. – Иваново, 2010. – Ч. 1. – С. 166–167.
3. *Заярный В.В.* Русская православная церковь в современном политическом процессе: дис. ... канд. полит. наук. – Ростов н/Д., 2003. – 193 с.
4. *Иоанн (Попов).* Епископ Белгородский и Старооскольский, председатель Миссионерского отдела при Священном синоде Русской православной церкви. Миссия церкви в православном понимании: экклезиологические и канонические обоснования // Журн. Москов. Патриархии. – 1996. – № 1. – С. 71.
5. *Казьмина О.Е.* Русская православная церковь и новая религиозная ситуация в современной России (Этноконфессиональная составляющая проблемы): автореф. дис. ... д-ра ист. наук. – М., 2007. – 42 с.
6. *Карлов Ю.Е.* Миссия в Ватикан. – М.: Междунар. отношения, 2004. – 232 с.
7. *Лайоло Дж.* В отношениях Ватикана с российским правительством нет серьезных проблем // Коммерсант. – 2005. – 2 нояб. – С. 2.
8. *Никифорова М.Е.* Планетарное католичество: Ватикан и глобализация. – М.: Либроком, 2010. – 320 с.
9. Определение, выработанное Православной консультацией по миссии и прозелитизму, организованной Всемирным советом церквей и прошедшей 26–29 июня 1995 года в Сергиевом Посаде // Христианство в истории. – 1995. – № 4. – С. 80.
10. *Платонов В.* Президент отвечает за церковь // НГ-религии. – 2003. – 2 июля.
11. РГАНИ. Ф. 5. Оп. 101.
12. РГАНИ. Ф. 5. Оп. 102.
13. РГАНИ. Ф. 89. Пер. 11.
14. Рождественское послание патриарха Алексия // Журн. Москов. Патриархии. – 1990. – № 12. – С. 3.





УДК 316.343.28

Н.С. Клименко

### ГЕНДЕРНАЯ СЕГРЕГАЦИЯ И МУЖСКИЕ СОЮЗЫ КАК ВАЖНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАСКУЛИННОГО САМОСОЗНАНИЯ (СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

*В статье анализируется роль мужских спонтанных и упорядоченных союзов в формировании мужского самосознания и гендерной поляризации общества в истории человечества. На основе многочисленных исторических примеров гендерной сегрегации автор дает оценку современным мужским группировкам и коллективам, претерпевшим существенные социальные изменения, но сохранившим своей главной целью поддержание гендерной стратификации даже в условиях кризиса традиционной маскулинности.*

**Ключевые слова:** маскулинность, гендерная сегрегация, гендерный кризис, мужская феминизация.

N.S. Klimenko

### GENDER SEGREGATION AND MALE COALITIONS AS IMPORTANT ELEMENTS OF MASCULINE SELF-CONSCIOUSNESS FORMATION (SOCIAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS)

*The role of male spontaneous and organized unions in formation of male self-consciousness and gender polarization of society in human history is analyzed in the article. On the basis of numerous historical examples of gender segregation the author gives the estimation of modern male groups and coalitions that have gone through essential social changes but have been kept as the main aim to safe gender stratification even in the traditional masculinity crisis conditions.*

**Key words:** masculinity, gender segregation, gender crisis, male feminization.

Изменение традиционного гендерного порядка, происходящее в обществе в течение последних ста лет, не могло не коснуться и России. Исчезновение четкой границы в общественном разделении труда между мужчинами и женщинами, а также трансформация их социальных функций, не могло не привести к исчезновению традиционных представлений о «маскулинности» и «феминности» [1]. Трансформация традиционных представлений о том, какими должны быть «настоящий мужчина» и «настоящая женщина», коснулась как общественного сознания, так и самосознания представителей мужского и женского населения.

В этой статье мы остановимся на проблеме формирования именно мужского самосознания, так как гендерный кризис иными словами называют «кризисом маскулинности», или «мужской феминизацией». Новые социальные, экономические и политические условия, в которых оказался современный мужчина, вынуждают его, приспосабливаясь к сложным и противоречивым реалиям, вырабатывать новые тенденции в своем поведении, которые не всегда являются положительными. Перед современным обществом как никогда остро встает вопрос: каким должен быть «настоящий мужчина»? Представления о положительных мужских качествах, как ни странно, не претерпевают изменений с течением времени (к ним испокон веков относят смелость, ум, силу, решительность и т. д.). Чего не скажешь о типично мужских недостатках. Если совсем недавно к ним относили грубость, авторитаризм, излишний рационализм (иными словами, гипертрофированные положительные мужские качества), то теперь современные женщины все чаще называют пассивность, трусость, слабость и другие качества, на первый взгляд кажущиеся абсолютно не приемлемыми для маскулинного самосознания.

Подобным изменениям вряд ли можно порадоваться, так как упадок «мужской» культуры ведет к расшатыванию не только института семьи, но и гражданской позиции мужского населения России, а следовательно, к утрате патриотизма среди мужчин. А это несет в себе немалый риск, так как мужское население

на сегодняшний день все же продолжает являться основой военной безопасности Российской Федерации и ее политики.

Критических статей, связанных с оценкой падения значимости традиционных маскулинных стереотипов, в последнее время вышло довольно много (работы И.С. Кона, Е. Вовк, Р. Коннел и др.).

Мнения исследователей в оценках кризиса маскулинности расходятся: от ностальгии по «настоящему мужику» до принятия ломки гендерных стереотипов как неизбежной ступени эволюционного развития общественного сознания. Однако, если проблема в обществе существует, то большинство общественных наук сразу бросается на поиск путей ее решения. А если проблема кроется в девальвации положительных маскулинных качеств современными мужчинами, то в ее основе лежит трансформация маскулинного самосознания. Одним из элементов формирования маскулинного самосознания является мужская социализация, то есть когда мальчик, юноша, а позже и мужчина, осваивает нормы и стереотипы мужского поведения через общение с представителями своего пола и принадлежность к определенной однополой группировке. Данное явление, которое, на наш взгляд, заслуживает тщательного изучения со стороны социологов и педагогов, как важнейший элемент воспитания подрастающего поколения и корректировки общественного сознания, получило название «гендерная сегрегация» [5].

Гендерная сегрегация существовала задолго до появления на свет человечества. Обособление по половому признаку можно встретить и в животном мире, например, у приматов [4, с. 69]. Стремление же человека к созданию однополых группировок, внутри которых формируются специфические правила поведения, определенные ценности, а иногда и субординация (причем, у мужчин тенденция к сегрегации на протяжении всей истории человечества была выражена сильнее, чем у женщин), ученые называют гомосоциальностью. Непосредственно в маскулинном контексте тенденция мужчин к однополым объединениям в западной науке получила название *male bonding* [4, с. 66].

В независимости от названия данного явления оно играло и продолжает играть важную роль в социализации мужчин и формировании маскулинного самосознания особенно в детском и подростковом возрасте. Воспитание мальчиков в отличие от воспитания девочек никогда не ограничивалось родительской семьей. Мужская социализация в мужских коллективах еще древних обществ традиционно происходила по двум направлениям – вертикальном (взрослые мужчины воспитывают мальчиков) и горизонтальном (общение со сверстниками, которое является гарантом социально-возрастной автономии мальчиков) [3, с. 26]. Идея о том, что мужчина может стать мужчиной только благодаря другим мужчинам, часто влекла за собой отделение мальчиков от женского общества и, прежде всего, от матери.

Еще в Древней Спарте сыновей рано отделяли от матери, передавая их в руки воспитателей-мужчин [6, с. 32]. Именно в Спарте мужские союзы стали оформляться в более организованные общества – мужские образовательные коллективы. «Спартанский эксперимент» с позиции наших дней можно рассматривать не только как один из наиболее исторически значимых элементов гендерной сегрегации, но и как пример внедрения гендерного подхода в образовании. Вся система воспитания и обучения подрастающих мужчин в Спарте была подчинена государственным целям, а именно созданию абсолютной военной нации, физически сильной и способной выстоять в условиях постоянных войн, проводимых Спартой.

Помимо Спарты, особые мужские союзы, дома и тайные общества существовали практически во всех архаических обществах. В то время как жизнь женщин была полностью подчинена семейному быту и детям, а то и другое реализовывалось в семье, мужчины, движимые социальными и сексуальными импульсами, создавали все общественно значимые и политические институты [4, с. 67]. Несмотря на многообразие мужских союзов в истории человечества и вариативность их целей (образовательная, военная, культовая и т. д.), в их основе, по мнению бременского этнографа Генриха Шурца, лежит «инстинктивная симпатия между мужчинами, из которой вырастают все социальные связи, патриотизм и воинские доблести» [4, с. 68].

В современном обществе значение мужских объединений значительно уменьшилось. Однако и сейчас тенденция к гендерной сегрегации и потребность в общении с представителями своего пола наблюдается у большинства мальчиков уже в дошкольном возрасте. Эта потребность в наши дни учитывается в специализированных мужских учебных заведениях, таких, как кадетские корпуса и военные училища [2]. Современные споры о «плюсах» и «минусах» раздельного обучения не опровергают преимуществ «маскулинных тенденций» в образовании и воспитании кадет, которые включают:

- сведение угрозы мальчишеской феминизации до минимума за счет активного участия в образовательном процессе мужчин (и не просто мужчин, а «мужчин в форме», представителей военной профессии, что само по себе ориентирует воспитанников на культивирование таких неразделимых с маскулинностью качеств, как сила и мужество);

- уважительное отношение к великим историческим деятелям, что учитывает необходимость ключевого момента воспитания мужчины, а именно темы героизма;
- культивирование товарищеских отношений, что помогает свести до минимума такие проявления подростковой агрессии, как школьное насилие, буллинг (травля) и хейзинг (дедовщина) [3, с. 33];
- самоуправление, которое дает возможность для развития лидерской позиции у воспитанников, умения принимать решения и брать на себя ответственность за их выполнение, что, безусловно, является важной составляющей мужского характера;
- культивацию рыцарского отношения к даме, которое способствует формированию положительных маскулинных стереотипов у будущего мужчины;
- формируют физическую подготовку воспитанников, которая также является немаловажной маскулинной характеристикой.

Приведенные выше выводы подкреплены результатами анкетирования, проведенного нами в старших классах одного из кадетских корпусов Красноярского края. На просьбу выбрать из списка то, что они считают главной задачей в жизни, воспитанники кадетского корпуса чаще всего выбирали пункты «стать патриотом и настоящим гражданином» и «стать настоящим мужчиной». В то время как их ровесники из средних общеобразовательных школ останавливали свой выбор на пунктах «успех в карьере» и «финансовое обогащение». На вопрос о том, что смогли бы они принести свою жизнь в жертву во имя государства, больше половины воспитанников кадетского корпуса ответили утвердительно, в то время как практически все испытуемые из общеобразовательной школы затруднились ответить.

Таким образом, можно сделать вывод, что специализированные мужские учебные заведения, такие, как кадетские корпуса и военные училища, могут явиться мощным средством реанимации положительного образа утерянной маскулинности в российском общественном сознании. Безусловно, это не единственный пример мужской сегрегации, который мы можем наблюдать в современном обществе. По мнению И.С. Кона, «потребность в закрытом для женщин пространстве общения с себе подобными у мужчин по-прежнему велика, мужское товарищество и дружба остаются предметами культа и ностальгии» [4, с. 72]. Подобная тенденция к обособлению в спорте, музыке и даже в формах проведения досуга не может не накладывать отпечаток на психологию и идеологию современной маскулинности.

### Литература

1. *Вершинина Д.Б.* Маскулинность как политическая ценность в контексте гендерного дискурса // Полис: политические исследования. – 2007. – № 4. – С. 100–112.
2. *Козлова Г.Н.* Воспитание «корпоративной чести» в кадетском корпусе // Педагогика. – 2001. – № 2. – С. 43–47.
3. *Кон И.С.* Маскулинность в меняющемся мире // Вопросы философии. – 2010. – № 5. – С. 25–35.
4. *Кон И.С.* Мужчина в меняющемся мире. – М.: Время, 2009. – 496 с.
5. *Пушкарева Н.Л.* Гендерные исследования: рождение, становление, методы и перспективы // Вопросы истории. – 1998. – № 6. – С. 76–86.
6. *Шишова Т.Л.* Воспитание мальчиков // Виноград. – 2006. – № 1. – С. 32–40.





## ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.4

К.С. Рушелюк, И.Г. Борисенко,  
А.К. Толстихин, В.В. Дергач

### ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ

*В статье рассматривается методическое обеспечение на современном этапе обучения. Делается вывод, что состояние рассматриваемого вопроса отвечает запросам индустриальной эпохи (эпохи физического труда). Предложены возможные инновации при организации самостоятельной работы студентов при современных условиях обучения.*

**Ключевые слова:** методическое обеспечение, самостоятельная работа, инновации, решение задач.

K.S. Rushelyuk, I.G. Borisenko,  
A.K. Tolstikhin, V.V. Dergach

### REQUIREMENTS FOR THE UNIVERSITY METHODOLOGICAL SUPPORT

*Methodological support on the modern stage of teaching is considered in the article. The conclusion that the state of the issue which is under consideration meets the requirements of the industrial epoch (the epoch of physical work) is drawn. Possible innovations in the process of student independent work organization under modern training conditions are offered.*

**Key words:** methodological support, independent work, innovations, problem solution.

В развитых странах нефинансовый капитал играет решающую роль в создании капитала, но все более доминирующую роль стал играть интеллектуальный и социальный капитал. «Идею богатства теперь связывают не с деньгами, а с людьми – не с финансовым капиталом, а с «человеческим» (интеллектуальным и социальным), который охватывает все измерения. Более чем две трети добавленной стоимости современной продукции создается с помощью интеллектуального труда; двадцать лет назад этот показатель составлял менее одной трети» [1].

В США до недавнего времени 2/5 работников являлись работниками умственного труда. Мы на пороге того времени, когда человек интеллектуального труда будет диктовать свои условия работодателю, а не наоборот. И тогда человек в смете расходов уже не будет числиться к категории расходных материалов, а будет являться основным фондом. По словам директора фирмы «Microsoft», хороший оператор повышает производительность труда в 100 раз, а высококлассный – в 10000 раз.

Таким образом, назрела необходимость качественного, коренного изменения системы высшего образования и университета как последней ступени научного образования. Должна в корне измениться сама методика преподавания тех или иных дисциплин. Здесь преподаватель должен привить студенту навыки не столько решать те или иные задачи по известным методикам, а умению критически анализировать эти методики, придерживаясь восточной мудрости «не подражать великим мастерам, а искать то, что они искали».

Для того чтобы внедрять инновационные методики образования, необходимо разобраться с основными недостатками сложившейся традиционной методики образования. Иными словами, можно сказать, что прежде, чем искать, необходимо знать, что мы ищем.

Рассмотрим методику освоения студентами самостоятельной работы. Здесь мы видим, что методическое обеспечение, скорее всего, опирается на физический труд студента, чем умственный, тем самым отучает от интеллектуальной работы.

Определимся с понятием физического труда и почему большинство методик обучения можно считать физическим трудом. Здесь нам необходимо обратиться к Фредерику Уинслоу Тейлору (1856–1915).

С точки зрения его теории, физический труд является трудом повторяющихся операций, причем путем постоянных повторений этих операций они доводятся до совершенства. Простые повторяющиеся движения. И никакого мастерства нет. «Производительными их делает знание, точнее, знакомство с оптимальными способами исполнения и организации простых однообразных движений» [2]. В нашем случае, если студент решает задачи по одним и тем же методикам, не вникая в их суть, то он выполняет физические операции, и тем быстрее он их будет делать, чем больше он их повторит. Говоря словами Эмерсона: «То, что мы делаем постоянно, дается нам легче, и не потому, что меняется природа задачи, а потому, что возрастает наша способность ее выполнять» [3]. Это и есть признак физического труда по Тейлору.

До настоящего времени методика преподавания большинства дисциплин состоит в следующем: после каждой лекции студентам предлагается выполнять работы (самостоятельно, на практических занятиях или лабораторных работах) по теме только что прочитанной лекции. Иными словами, выполнять по той методике, которая предложена преподавателем.

В процессе обучения особую роль представляют методические пособия. К сожалению, в большинстве случаев учебно-методическая литература представлена таким образом, что она прививает навыки подражания, а не поиска истины. При решении задач с использованием методических указаний, в которых приведены методики решения задач, используя которые студент в состоянии выполнить правильно ту или иную задачу, не вникая в суть проблемы, отпадает вопрос изучения теоретического материала. В данном случае теория практически выпадает из поля зрения студента. Поэтому имеем практически нулевой результат при выполнении студентом своего задания. Мы должны избегать того, чтобы кругозор студента был ограничен, ибо это приводит к видению им узкого участка изучаемой науки, только что указанного в методическом пособии.

Зачастую задания для самостоятельного решения индивидуальных заданий, проектов студентам дают определенную методику решения поставленных задач. Данный путь овладения знаниями лишают их способности анализа задачи, ограничивают видимость других возможных решений поставленной задачи, тем самым исключают научный поиск при решении их.

Если взять задачи, решаемые в разделе динамики предмета теоретической механики, то в задачниках они разбиты по темам, где указывается, какое брать уравнение, какой теоремой пользоваться. Скажем, задачи на применение теоремы об изменении кинетической энергии выделяются отдельно и когда студент решает задачи, он лишается права выбора и решает именно этой теоремой. А ведь практически вся динамика рассматривает третий закон Ньютона (в различных его модификациях) и тот же результат можно получить путем интегрирования уравнения Ньютона или использованием уравнения Лагранжа. Именно поиск оптимального варианта решения той или иной задачи должен прививаться при обучении в университете. Для студента университета необходимо грамотно аргументировать, почему он решает задачу, именно применяя теорему об изменении кинетической энергии. Главное, чтобы он умел выбирать, анализировать, а не ссылаться на то, что в задачнике указана именно та или иная теорема. Важно не само решение задачи, а обоснование способа или метода решения задачи, т. е. умение видеть в целом весь предмет, а не его составные части.

Такая же ситуация получается при выполнении индивидуальных заданий. Здесь, кроме указания темы, приводится пример решения задачи и для того, чтобы решить ту или иную задачу, нет необходимости поиска – есть шаблон, пользуясь которым (имея навыки сообразительности), можно решить задачу.

Аналогичную ситуацию мы можем видеть и при выполнении задач по сопротивлению материалов, физике и другим предметам.

При решении задач по начертательной геометрии студентам предлагаются методические пособия, в которых подробно описано их выполнение. Используя их, они успешно получают правильное решение. Однако при защите они порой не могут решить подобные задачи (без учебного пособия). Пользуясь подобного рода литературой, у них отпадает необходимость использования не только лекций, но и учебной литературы, не говоря о научной. В данном случае студенты лишаются возможности поиска истины. Данное методическое пособие ими рассматривается как единственный путь решения своей задачи и не побуждает к поиску своего собственного решения.

Если говорить о рабочей тетради по начертательной геометрии в ее классическом виде, то она имеет существенный недостаток – одинаковые условия и зачастую решения их можно найти в учебниках. Может быть этого и было бы достаточно для технических вузов, готовящих специалистов узкого профиля, но не для университета, где от студента требуется комплексное видение предмета и поиска своих неординарных решений. В традиционных рабочих тетрадях задачи для всех студентов в группе или потоке тиражируются из года в год.

Необходимо, чтобы студенты были в состоянии выбрать путь решения, а преподаватель был бы в качестве критика выбора того или иного пути решения той или иной задачи. Поэтому при разработке методической литературы должны быть указаны только возможные варианты решения задач.

Работы, выполняемые студентами на старших курсах, должны нести отпечаток видения предмета самим преподавателем, дабы студенты были критиками этого видения. Однако здесь мы имеем ту же проблему – методические руководства обеспечивают выполнение работ без обращения к учебной литературе. Скажем, при выполнении курсового проекта «Детали машин» используется один и тот же проект не только в пределах одного института, но и многих вузах страны. Достаточно набрать в Интернете тему «Курсовой проект» (даже не указывая предмета), как сразу же предлагаются курсовые проекты по дисциплине «Детали машин», где описывается подробный расчет редукторов по стандартным методикам. И, почему вал рассчитывается по первой, второй или третьей теории прочности, для студентов не возникает вопросов, потому что это указано в методичке. Здесь нет индивидуальности самого студента и преподавателя. Для университета необходимо, чтобы студент на основе теоретической подготовки выбирал тему курсового проекта сам, а преподаватель оценивал бы этот выбор и путь решения поставленной задачи. В условиях кредитно-рейтинговой оценки знаний можно оценить в баллах и сам выбор курсового проекта (степень сложности курсового проекта, новизна выбранной темы и т. д.), постановку задачи, пути решения, манеру подачи. Такая работа должна носить отпечаток научной работы – степень поиска, выражение видения самого студента. Такой курсовой проект будет иметь творческую составляющую и подготовит студента к дальнейшей научной работе.

Еще раз необходимо подчеркнуть, что сложившаяся традиция написания методических пособий не побуждает студента к работе не только с учебной, но и научной литературой. Порой студенты не умеют пользоваться библиотечным каталогом и не владеют навыками поиска литературы. Студенты довольствуются рекомендуемой преподавателем литературой, считая, что этого достаточно. Однако выполнение заданий, курсовых проектов должно побуждать студента использовать большее количество литературы, ибо все самостоятельные работы направлены именно на это. В конечном итоге преподаватель вообще не должен рекомендовать литературу, а лишь контролировать ее выбор и в крайнем случае посоветовать. Все это в дальнейшем облегчит и ускорит будущему специалисту написание литературного обзора и патентного поиска.

Возникает вопрос, связанный с возможностью выполнения курсовых работ через Интернет или другим путем. Данная проблема возникает, когда решение задач относится к общепрофессиональным дисциплинам. Здесь большинство задач связаны с определенными темами устоявшихся наук и если студент в состоянии объяснить выполненное задание и решить подобную задачу, то результат достигнут. Главная цель данных задач – умение применять теоретические знания на практике. Необходимо выработать политику, которая заставляет по-настоящему использовать все доступные средства.

Таким образом, назрела необходимость изменения организации самостоятельной работы студентов. Следует разработать методические пособия таким образом, чтобы у студента возникала необходимость думать, а не подражать. Причем, следует привить студентам существенный навык для научной работы. Поэтому желательно, чтобы по возможности студент мог самостоятельно формулировать условие задачи или курсового проекта. Необходимо, чтобы в методических пособиях были указаны возможные решения, но не показано как их осуществить, тем самым ставить перед студентом задачу выбора работы с литературой.

Оценка знаний студента основывается не на его способности к умению приспособиться к требованиям того или иного преподавателя, а на оценке овладения методом научного исследования, так как «...только наблюдение за тем, как учащийся в повседневной работе пользуется методом научной мысли, как он ставит вопрос, как отклоняет предлагаемые решения вопроса, как сам решает его и обосновывает свое решение, как использует его для постановки новых вопросов, одним словом, только близкое знание ученика, для чего случайное однажды сорвавшееся замечание его может играть иногда решающую роль, а не экзамены и не письменные задачи в состоянии установить степень его научной зрелости» [4].

### Литература

1. Друкер Питер Ф. Задачи менеджмента в XXI веке. – Вильямс, 2002.
2. Тейлор Ф. Принципы научного менеджмента, 1911 // <http://www.ek-lit.agava.ru/books.htm>.
3. Кови Стивен Р. Семь навыков высокоэффективных людей. Возврат к этике характера: пер. с англ. – М.: Вече, 1998. – 480 с.
4. Гессен С.И. Основы педагогики. Введение в прикладную философию / отв. ред. и сост. П.В. Алексеев. – М.: Школа-Пресс, 1995. – 448 с.



УДК 811.1(07)(045)

Л.М. Малых, Т.И. Зеленина

**СРАВНЕНИЕ ЯЗЫКОВ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ТИПА МЫШЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ  
(на примере работы с многоязычным словарем)**

*В статье рассматриваются вопросы одновременного изучения нескольких иностранных языков, которое положительно влияет на развитие личности студента. Работа с многоязычными словарями с помощью метода моделирования облегчает процесс соизучения языков и способствует приобщению студентов к исследовательской деятельности.*

**Ключевые слова:** мультилингвальное обучение, исследовательский тип мышления, многоязычный словарь, контрастивная модель.

L.M. Malykh, T.I. Zelenina

**LANGUAGE COMPARISON AS MEANS FOR DEVELOPMENT  
OF THE STUDENT RESEARCH TYPE OF THINKING  
(on the example of work with the multilingual dictionary)**

*The issues of simultaneous studying of several foreign languages that influences positively on student personality development are considered in the article. Work with multilingual dictionaries by means of the modeling method simplifies the process of simultaneous study of the languages and promotes student inclusion into research activity.*

**Key words:** multilingual education, research type of thinking, multilingual dictionary, contrastive model.

Знание нескольких языков россиянами становится нормой современной жизни. Изучаются как зарубежные языки, востребованные на мировом рынке труда, так и языки национальных меньшинств. Процесс мультилингвального обучения существенно отличается дополнительными возможностями развития такого важнейшего качества мышления современного человека, как его самостоятельность, играющая важную роль в формировании исследовательского типа мышления личности.

Мультилингвальное обучение позволяет целенаправленно развивать творческий потенциал личности, обучающей посредством системного сравнения контактирующих в учебном процессе языков. Создание специализированных многоязычных словарей – важное, но недостаточное условие формирования умения самостоятельно и сознательно сравнивать языки. Для этого необходима специально разработанная система контрастивных упражнений, которая позволяет находить в изучаемых языках сходства и различия для того, чтобы, опираясь на известное, усваивать новую информацию и творчески использовать ее в нестандартных ситуациях.

Следует отметить, что в научной литературе вопрос о необходимости соблюдения контрастивного подхода в мультилингвальном обучении лишь поставлен, детально разработанной теории и практики внедрения видов учебной деятельности, основанных на сопоставлении контактирующих в учебном процессе языков, не существует. В предлагаемой статье представлена система контрастивных упражнений, разработанных на единых лингвистических критериях отбора языкового материала и его сравнения, а также дидактических принципах организации учебного процесса: от простого – к сложному; наглядности; сознательности и активности в обучении; научности.

Мышление, как известно, является важной составляющей личности человека. Оно определяется как высшая форма творческой активности, результат целенаправленного использования, развития и приращения знаний в условиях разрешения противоречий, объективно присущих реальному объекту мыслей [5, с. 310].

Мышление характеризуется целым рядом параметров – быстротой, критичностью, гибкостью, широтой, глубиной и т. д. [6]. Одной из наиболее важных его характеристик является самостоятельность. Самостоятельность мышления проявляется в том, что человек умеет видеть новые проблемы, ставить новые задачи и решать их по-своему. Отсутствие самостоятельности делает мышление человека традиционным, обыденным. Такие люди в большей степени ориентируются на мнение других людей, а при решении задач и

проблем опираются на готовые правила и образцы, не ищут новых оригинальных путей [17]. Самостоятельность мышления, напротив, способствует формированию исследовательского типа личности, способной видеть и решать разнообразные проблемные ситуации в профессиональной и обыденной жизни.

Из сказанного выше следует, что формирование самостоятельности мышления – важнейший компонент учебного процесса. Формирование и развитие данного параметра мышления связано с внедрением проблемных ситуаций, вызывающих умственное напряжение у учащихся [7]. Большим потенциалом развития самостоятельности мышления обладают иностранные языки [2, 3, 4]. В ходе изучения иностранных языков широко используются разнообразные проблемные ситуации [11], уровень сложности которых зависит от возраста учащихся, а также от аспекта обучения (чтение это или письмо, говорение или аудирование). В данной работе речь пойдет об одном типе проблемных ситуаций, к которым относятся задания, требующие навыков использования исследовательских приемов усвоения нового учебного материала в процессе изучения нескольких иностранных языков одновременно.

Занятия по второму иностранному языку (как наиболее распространенной модели мультилингвального обучения в России) обладают большими возможностями для развития умственных способностей обучающихся разных возрастных ступеней [3]. Особую роль в этом процессе играет целенаправленное совершенствование такой когнитивной операции, как сравнение [10]. На наш взгляд, способность правильно с научной точки зрения сравнивать изучаемые языки является важнейшим условием формирования высокого уровня самостоятельности мышления.

Важной причиной особого внимания к когнитивной операции сравнения является тот факт, что при встрече с различными языками в сознании студента просыпается «стихийный типолог», который все новое стремится классифицировать, сопоставить, противопоставить, объяснить [16]. Однако для многих оказывается недостаточно и второго иностранного языка, чтобы самостоятельно преодолеть этот путь стихийного типолога и выработать систему сравнения языков, которая бы помогала находить правильные аналогии между известными языками, опираться на одни сходства и избегать другие, интерферирующие элементы в построении системы нового языка.

Перспективным приемом формирования развитого интеллекта у студентов является использование в учебном процессе так называемых мультилингвальных словарей, в процессе работы с которыми они знакомятся с лексикой по изучаемым темам на нескольких иностранных языках. В Институте иностранных языков и литературы Удмуртского госуниверситета разрабатываются экспериментальные мультилингвальные словари, с помощью которых создаются условия для развития интереса к изучению новых иностранных языков, а также системного использования контрастивного подхода в обучении второму иностранному языку, что способствует целенаправленному формированию умений сознательного сравнения нескольких языков. Примерами являются «Многоязычный словарь: на основе французской лексики, заимствованной русским и удмуртскими языками», включающий в себя лексические параллели из 12 языков к 500 интернациональным французским словам [9], «Юный полиглот: Многоязычный словарь» [8], с помощью которого у старшеклассников и студентов появляется возможность ознакомиться с шестью языками (кроме русского): английским, французским, немецким, испанским, татарским, удмуртским, а также «Русско-татарско-английский словарь: Юный полиглот» [14], являющийся результатом творческого сотрудничества вуза и школы, так как один из авторов – преподаватель ИИЯЛ, а другой – преподаватель Татарской классической гимназии № 6 г. Ижевска.

Использование подобных словарей в учебном процессе требует определенной системы проблемных заданий, которых, как правило, нет в учебниках по иностранным языкам, так как в них не ставится задача развития у обучающихся способности сравнивать языки и использовать исследовательские приемы обучения, основанные на сопоставлении разных языков. С учетом потребности в создании подобной системы упражнений в институте была создана проектная группа студентов – будущих учителей двух иностранных языков, которые приняли участие в разработке экспериментальной программы обучения по словарю «Юный полиглот: Многоязычный словарь» и апробировали ее в разных возрастных группах учащихся, в том числе и при работе со студентами.

Предлагаемые в словаре темы являются универсальными: «Семья», «Времена года», «Цветы», «Еда и напитки», «Одежда», «Животные», «Музыкальные инструменты», «Школа», «Профессии», «Спорт» и др. Темы подходят в качестве дополнительного средства обучения к любому УМК по английскому, немецкому, французскому и испанскому языкам. Возможность одновременно сравнивать слова из нескольких языков делает словарь важным инструментом развития языкового чутья, интереса к другим, незнакомым языкам и культурам, стимулирующие желание изучать новые языки. С учетом того, что в словаре представлены русский, удмуртский и татарский языки – языки общения на территории Удмуртии, данный словарь позволяет

обучающимся увидеть сходства и различия не только между близкородственными языками (например, английским и немецким), но и типологически несходными и генетически неродственными, что также немало важно для их общего развития.

В основе системы предложенных в работе упражнений лежит метод моделирования, позволяющий классифицировать сравниваемый обучающимися языковой материал по ряду контрастивных моделей. Как известно, моделирование является приближенным отображением изучаемого объекта на основе операции умозаключения по аналогии [1]. Моделирование преследует цель облегчения восприятия изучаемого объекта, его усвоения и активного использования в практической деятельности. В процессе моделирования обучающиеся проводят аналогии между известными им языковыми фактами разных языков и выявляют степень сходства (различия) между ними по определенным критериям. Результаты анализа фиксируются ими в виде моделей. Идея моделирования результатов сравнения языковых единиц была заимствована у известного американского лингвиста Р. Ладо [12]. В процессе работы она была существенно доработана нами и конкретизирована с учетом принципов мультилингвального обучения [13, 15].

Для моделирования результатов сравнения единиц любого языкового уровня, в том числе и лексики, в первую очередь необходимо сформировать у обучающихся четкую систему критериев, по которым сравниваются языковые единицы. Сравнение лексики двух языков может проводиться по следующим основным критериям:

- **форма** слов (наиболее существенна графическая форма слова);
- **значение** – основное лексическое значение и лексико-семантические варианты (ЛСВ), определяемые по словарям;
- **дистрибуция** – контекстуальные или географические ограничения при употреблении данного слова, главным образом, в диалектных формах и вариантах одного и того же языка. Например, при изучении английского языка очень важно обращать внимание учащихся на разные варианты его употребления в Великобритании, США, Австралии. Так, всем известное английское слово *flat* является британским вариантом, его аналогом в американском английском является *apartment* и т. д.;
- **объем значения**, т. е. возможность выражать с помощью данного слова определенное количество сем/ЛСВ. Несходство объема значений слов, обозначающих сходные понятия в сравниваемых языках, – достаточно распространенное явление, составляющее определенную трудность при изучении нового иностранного языка. Например: рус. *делать* соответствует двум глаголам в английском языке: *to make* и *to do*, англ. *bone* (кость) – нем. *knochen* (кость животного) и *gräte* (кость рыбы) и т. д.

Следуя данным критериям и учитывая особенности их взаимодействия, можно выделить несколько типичных моделей лексических соответствий в разных языках. Хотя в ходе исследований нами было выделено восемь основных контрастивных моделей, достаточным для начального этапа мультилингвального обучения является использование шести моделей.

*Модель 1.* Родственные (интернациональные) слова (рус. *майонез* – англ. *mayonnaise*; англ. *melon* – фр. *melon*).

*Модель 2.* Ложные друзья переводчика (рус. *сирень* – исп. *lila* (слово по форме походит на рус. *лилия*)).

*Модель 3.* Самый распространенный пласт лексики, когда форма слов не совпадает, а значения совпадают (рус. *хлеб* – фр. *pain*; рус., удм. *самолет* – нем. *fleugzeug*).

*Модель 4.* Необычные типы форм, конструкций (с точки зрения сопоставляемых языков) (рус. *продавец* – англ. *shop-assistant*; рус. *рояль* – исп. *piano de col* (у сравниваемых слов не совпадает морфологическая форма: в одном языке это одно слово, в другом – сложное / составное слово)).

*Модель 5.* Географические ограничения при употреблении определенных слов (брит. англ. *cosmonaut* – амер. англ. *astronaut*).

*Модель 6.* Объем значения сравниваемых слов не совпадает: одному слову в одном языке соответствует несколько разных слов в другом языке (рус. *компот* – англ. *stewed fruit, compote*).

Следует отметить, что данные модели объединяют слова, характеризующиеся разной сложностью усвоения. Так, большую трудность для учащихся представляет модель 2 в нашей классификации, так как в нее входят так называемые «ложные друзья переводчика», которые вызывают ложные ассоциации у учащихся из-за знакомой звуковой и графической формы по своему родному языку, которой в другом языке соответствует совершенно иное значение. Наиболее простые слова (модель 1) не требуют специальной тренировки, но интересны на уровне знакомства учащихся с понятиями формы и значения слов (родственных, в данном случае).

Определенную трудность для обучающихся в нашей классификации представляет модель 4, так как в ней сгруппированы слова, отличающиеся необычными морфологическими формами, на что и преподаватели должны обращать особое внимание при обучении иностранным языкам.

Модель 6 носит вспомогательный характер, на нее обращается внимание при условии более подготовленной группы обучающихся. При работе с данной моделью внимание обучающихся заостряется на том факте, что одному слову могут соответствовать несколько разных слов в сравниваемых языках. Студенты работают с синонимами, выявляют разницу между ними и соответственно знакомятся с понятием объема значений сравниваемых слов. Особенности каждой из групп учитываются при составлении специальных упражнений.

Мы не ставим задачу знакомить студентов на начальном этапе изучения новых языков с нумерацией моделей и даже с самим понятием *модели*, однако важное место отводим формированию основных понятий, необходимых для самостоятельного, вдумчивого сравнения языков. Для этого студенты должны усвоить и затем осознанно пользоваться такими понятиями, как *форма, значение, объем значения, интернациональные слова, ложные друзья переводчика*. С этой целью на занятиях используются вопросы и таблицы, с помощью которых обучающиеся могут проводить самостоятельный анализ сходств и различий между словами из словаря. При работе с более подготовленной аудиторией, уже знакомой с понятием контрастивной модели, предусматриваются упражнения продвинутого уровня на классификацию результатов сравнения лексики из словаря по данным моделям.

Считаем, что метод моделирования является успешным приемом развития способности обучающихся к сравнению и соответственно важным способом развития самостоятельности мышления в целом. Результаты моделирования необходимы как школьникам, так и студентам, для решения вопроса о степени сложности изучаемого языкового явления. Это способ припоминания известного формирования навыка переключения (*switching*) и переноса, являющегося неотъемлемой характеристикой билингвов, действенного приема запоминания нового материала, совершенствования и развития способности к рефлексии.

Сформировав под руководством преподавателя навыки сопоставления языков по данным критериям, любой обучающийся будет в состоянии самостоятельно проводить параллели при изучении новых языковых явлений. Данное качество поможет ему быть максимально автономным в процессе изучения языков, разовьет исследовательский подход к учебному процессу, создаст оптимальные условия для осознания взаимосвязи всех контактирующих в учебном процессе, а значит, и в его собственном языковом сознании языков – родного (родных) и изучаемых.

Система контрастивных упражнений формирует представление обучающихся о звуковой и графической формах изучаемых иностранных слов, особенностях сочетаемости слов на уровне словосочетания, предложения и текста, особенностях взаимоотношений между формой и значением слов. Разработанные упражнения к каждой теме многоязычного словаря позволяют использовать его на всех этапах изучения тематической лексики, делают учебный процесс более интеллектуально насыщенным и интересным.

Упражнения к каждой теме располагаются в определенной последовательности: вначале представлены упражнения, направленные на ознакомление обучающихся со словарем и его отдельными темами, далее следуют упражнения, помогающие им сформировать навыки сравнения языков на уровне слова, предложения и текста. С точки зрения направленности упражнений на развитие тех или иных аспектов речевой деятельности данные упражнения в основном являются разновидностями так называемых рефлексивно-аналитических упражнений [18], развивающих способности обучающихся к анализу и синтезу в процессе сравнения языкового материала. По способам работы с самим словарем их можно разделить на три типа: а) упражнения до работы со словарем, развивающие языковую догадку; б) непосредственно со словарем, формирующие навыки системного сравнения представленных в словаре лексических единиц; в) творческие упражнения, предполагающие самостоятельную работу обучающихся с материалами из словаря и использование дополнительных источников информации.

Упражнения представляются в таблицах, схемах, рисунках; они могут проходить как языковые игры или как «рассуждения вслух» на родном языке обучающихся о результатах наблюдений над формой и значением представленных в словаре слов.

Каждый комплекс упражнений по темам из словаря предваряется методическими рекомендациями, в которых авторы комплекса обращаются к преподавателю вуза (учителю школы) с целью выделить основные трудности при работе со словами по данной теме, отметить особенности упражнений, представленных в комплексе, и необходимый дополнительный дидактический материал. Работа по темам необязательно предполагает ту же последовательность, в которой темы из словаря представлены в пособии. Чтобы преподаватель мог пользоваться пособием с любой удобной для обучающихся темы, авторы стремились начинать работу по

сравнению слов с примерно одинаковой степени трудности, т. е. с самых легких и очевидных примеров, заканчивая заданиями на изучение слов в контексте предложения и текста.

Каждое упражнение имеет название, вызывающее у обучающегося интерес и желание выполнить его («Угадай-ка», «Переводчик», «Кто лишний?» и т. д.). С учетом того, что задания к темам составлены разными авторами, в них нет монотонно повторяющихся упражнений и одинаковых названий к ним; каждый автор проявил максимум творчества и свои индивидуальные способности к составлению игр и даже к рисованию. При этом за внешним разнообразием, важным для поддержания интереса у обучающегося к учебной деятельности, авторы стремились к соблюдению общих принципов и подходов к обучению сравнивать слова, о которых речь шла выше. В конце каждого комплекса упражнений приложены ключи к наиболее трудным упражнениям для самопроверки.

Осуществлению контрастивного подхода при работе с многоязычным словарем «Юный полиглот» способствует наличие картинной наглядности и подписей к картинкам на семи языках. Рисунки, представленные в данном словаре, актуализируют значения изучаемых слов, а подписи к ним помогают обучающимся ознакомиться с графической и звуковой формой сопоставляемых слов. Работа по выявлению и изучению сходств и различий в форме слов (произношение и написание) и их значений способствует непроизвольному запоминанию слов из словаря, хотя установка на запоминание слов, как правило, не ставится.

Таким образом, мультилингвальные словари с предложенной системой упражнений способствуют формированию исследовательского типа мышления у обучающихся и развивают их самостоятельность. Контрастивный подход к изучению фактов языка и культуры – основа для создания проблемных ситуаций, требующих навыков исследовательской работы при их усвоении. Предлагаемая система контрастивных упражнений позволяет расширить кругозор студентов, совершенствовать их языковые и страноведческие знания в родном и изучаемых языках, способствует развитию умения выражать свое мнение, заявлять собственную активную позицию по изучаемой теме (проблеме). Как дополнительный фактор в процессе работы над мультилингвальными словарями развиваются учебные умения, связанные с запоминанием (произвольным и непроизвольным) изучаемого материала, умением его классифицировать и систематизировать, а также формируется интерес к новым иностранным языкам.

В словаре представлена лексика семи языков, при этом преподавателю совсем необязательно знать их все. Целью этого словаря и предлагаемых к нему упражнений не является изучение всех семи языков. Многоязычные словари помогают развить языковую догадку, учат сравнивать и сопоставлять. Они могут быть использованы на занятиях по иностранным и национальным языкам, русскому языку, а также на занятиях по страноведению.

На наш взгляд, использование системы контрастивных упражнений как дополнение к многоязычному словарю поможет сделать процесс мультилингвального обучения более эффективным с точки зрения решения насущных образовательных задач, а именно формирование личности молодого человека, владеющего исследовательскими навыками учебной и в дальнейшем производственной деятельности.

### Литература

1. Алиев Р.Н. Билингвальное образование: теория и практика. – М.: Retorika-A, 2005. – 384 с.
2. Ариян М.А. Повышение самостоятельности учебного труда школьников при обучении иностранным языкам // Иностранные языки в школе. – 2001. – № 3. – С. 17–21.
3. Барышников Н.В. Методика обучения второму иностранному языку в школе. – М.: Просвещение, 2003. – 158 с.
4. Бим И.Л. Концепция обучения второму иностранному языку (немецкий на базе английского). – М.: Вентана-Граф, 1997. – 24 с.
5. Большой психологический словарь / сост. Б. Мещеряков, В. Зинченко. – СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2005. – 666 с.
6. Гаспаров Б.М. Язык. Память. Образ. – М.: НЛО, 1996. – 276 с.
7. Денисова Л.Г., Соловцова Э.И. Второй иностранный язык в средней школе // Иностранные языки в школе. – 1995. – № 3. – С. 11–15.
8. Зеленина Т.И., Буторина Н.В. Юный полиглот: Многоязычный словарь. – Ижевск: Удмурт. ун-т, 2005. – 39 с.
9. Зеленина Т.И., Загуляева Б.Ш., Буторина Н.В. Многоязычный словарь: на основе французской лексики, заимствованной русским и удмуртским языками. – Ижевск: Удмурт. ун-т, 2003. – 99 с.

10. Исабеков С.Е. О роли внутри- и межъязыкового сопоставления в лингвистике // Сравнительно-сопоставительное изучение языков и интерференция. – Алма-Ата, 1989. – С. 43–47.
11. Коньшева А.В. Игровой метод в обучении иностранному языку. – М.: Каро, 2006. – 192 с.
12. Ладо Р. Лингвистика поверх границ культур // Новое в зарубежной лингвистике: Контрастивная лингвистика. – М.: Прогресс, 1989. – Вып. 25. – С. 32–63.
13. Малых Л.М. Метод логического моделирования в процессе мультилингвального обучения // Многоязычие и межкультурное взаимодействие: мат-лы междунар. конф. / сост. и отв. ред. Т.И. Зеленина, Н.И. Пушина; Удмурт. гос. ун-т. – Ижевск, 2008. – С. 170–173.
14. Малых Л.М., Шитова Р.Ф. Русско-татарско-английский словарь: Юный полиглот / под ред. Т.И. Зелениной, М.К. Хузиной. – Ижевск: Удмурт. ун-т, 2007. – 100 с.
15. Малых Л.М., Кручинина С.А., Киселева Т.В. Национально-региональный компонент в поликультурном образовательном пространстве: Интегративная программа для средней школы (на базе Муниципального общеобразовательного учреждения татарской классической гимназии № 6 г. Ижевска) / под ред. А.Н. Утехиной, Т.И. Зелениной; Удмурт. гос. ун-т. – Ижевск, 2006. – 127 с.
16. Маркосян А.С. Очерк теории овладения вторым языком. – М.: Психология, 2004. – С. 211.
17. Теоретические и практические вопросы языкового образования: мат-лы регион. науч.-практ. конф. (Ижевск, 20–21 февр. 2003 г.). – Ижевск: Удмурт. ун-т, 2003. – 316 с.
18. Утехина А.Н. Иностраный язык в дошкольном возрасте: Теория и практика: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Ижевск: Удмурт. ун-т, 2006. – 227 с.



УДК 796.082.1

*А.Н. Заремба*

### **АКРОБАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЙ КОМПОНЕНТ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В СПОРТИВНОЙ БОРЬБЕ**

*В статье рассматривается вопрос о роли акробатической подготовки в учебно-тренировочном процессе по вольной борьбе, борьбе самбо и дзюдо и влиянии акробатических упражнений на двигательную деятельность борцов.*

**Ключевые слова:** акробатическая подготовка, спортсмен, вольная борьба, дзюдо, самбо, матрица.

*A.N. Zaremba*

### **ACROBATIC TRAINING AS THE TRAINING PROCESS INTEGRAL COMPONENT IN WRESTLING**

*The issue on the acrobatic training role in teaching and training process on free-style wrestling, sambo and judo and acrobatic exercise influence on fighter impellent activity is considered in the article.*

**Keywords:** acrobatic training, sportsman, free-style wrestling, judo, sambo, matrix.

---

**Введение.** Акробатика – один из самых древних видов спорта. Как самостоятельный вид спорта впервые была утверждена в Советском Союзе в 1939 г. Она сразу же получила признание в общей системе физического воспитания и развития молодого советского поколения как один из ценных и интересных видов физической культуры и спорта. Акробатика – это многогранный вид спорта. Это и прыжки – головокружительные каскады переворотов и сальто, и силовые упражнения пар, троек, четверок, и различные гимнастические пирамиды [5].

Исследования структуры процесса технической подготовки акробатов в многолетнем спортивном совершенствовании позволили выделить три ее компонента, по своим целям и содержанию функционально соответствующих этапам многолетнего спортивного совершенствования: «школа» движений – этапу начальной подготовки, специальная техническая подготовка – базовому этапу, совершенствование спортивной техники соревновательных упражнений – этапу спортивного совершенствования [11]. Именно «школа» движе-

ний и специальная физическая подготовка акробатов имеют преемственность, функционально взаимосвязаны и взаимодействуют решению задач спортивной подготовки не только в акробатике, но и в других видах спорта.

По этой причине акробатические упражнения широко применяются во многих видах спорта: фигурном катании, легкой атлетике, прыжках на батуте, спортивных играх, единоборствах, прыжках на лыжах, волейболе, прыжках в воду и даже в спортивной и художественной гимнастике [1–3, 6, 12].

Применение акробатических упражнений в процессе подготовки спортсменов возможно в двух основных направлениях:

1. Непосредственное введение их в программу соревнований по гимнастике, фигурному катанию, прыжкам на батуте и в воду. В этих видах спорта акробатика является азбукой, без знания которой невозможно изучение основных упражнений.

2. Выполнение акробатических упражнений с целью совершенствования физических и волевых качеств занимающихся [7].

Спортивная борьба не является видом спорта, в программу которого введены акробатические упражнения. Но, по мнению ряда авторов, совершенствование физических и волевых качеств занимающихся различными видами спортивной борьбы без применения акробатических упражнений не представляется возможным. Акробатические упражнения являются первым из наиболее эффективных средств координационной подготовки борцов. Среди них выделяют перекаты, кувырки, повороты с фазой полета, перевороты без фазы полета, шпагаты, акробатические мосты и многие другие [4, 8, 10].

Изучение акробатических упражнений может проходить под руководством профессионального спортсмена – акробата – или любого тренера-преподавателя, знающего общие основы акробатики и способы страховки. Акробатические упражнения применяются в различных частях занятия в зависимости от поставленных задач, но чаще всего они используются в подготовительной части. Однако, учитывая большое присутствие ацикличности движений в борьбе, Д.Г. Миндиашвили и А.И. Завьялов рекомендуют специальные упражнения борца чередовать с акробатическими упражнениями и кувырками, выполняя их в различных направлениях, одиночно, сериями с различной продолжительностью [9].

Акробатические упражнения делают борца гибким, ловким и главное способствуют быстрому реагированию в быстротечной и меняющейся обстановке поединка. Однако анализ научно-методической литературы по единоборствам показывает, что вопросы координационной тренировки и контроля уровня развития координационных способностей изложены в них в русле общих положений диагностики и тренировки общей и специальной ловкости, сложившихся еще в 70-е годы прошлого века. Таким образом, анализ литературы дает основание утверждать, что к настоящему времени ощущается дефицит научно-теоретических и методических публикаций в области современной методики тренировки и диагностики координационных способностей в разных видах спорта и, в частности, в единоборствах. Вероятно, поэтому вопросам применения акробатических упражнений отводится незаслуженно мало места в практике спортивной тренировки.

**Цель исследований.** Совершенствование координационно-двигательной подготовки спортсменов путем применения в тренировочном процессе по вольной борьбе, в борьбе самбо и дзюдо специально подобранных акробатических упражнений.

**Материалы и методы исследований.** Анализ научно-методической литературы, анкетирование, педагогическое наблюдение, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Для выявления роли акробатической подготовки в современном учебно-тренировочном процессе в различных видах спортивной борьбы, наличия и разнообразия акробатических упражнений и их места в тренировке мы провели анкетирование, в котором приняли участие 80 человек, занимающихся различными видами спортивной борьбы и 16 ведущих тренеров Красноярского края по спортивной борьбе. Результаты анкетирования подтвердились последующим педагогическим наблюдением за учебно-тренировочным процессом: дефицит специальных знаний у тренеров, скудность современных методов совершенствования физических качеств, несоответствие применяемых акробатических упражнений задачам основной части тренировочного занятия.

В ситуации, когда в научно-методической литературе встречается новый (современный) интересный подход к развитию тех или иных физических качеств, на практике происходит все иначе: эти «новинки» не используются либо по незнанию тренера, либо по его «нежеланию», либо по боязни применения новых технологий. В наших исследованиях была выявлена подобная тенденция: большинство тренеров не владели информацией о наличии современной специальной литературы по спортивной борьбе, что привело к снижению эффективности применяемых на тренировках упражнений, в том числе акробатических. Также были выявлены упражнения, не имеющие высокой педагогической ценности, круг же целесообразных упражнений был слиш-

ком узок и не позволял в необходимой степени подготовить занимающихся к выполнению заданий в основной части тренировочного занятия.

Проведенный нами ранее эксперимент, в рамках которого в учебно-тренировочный процесс борцов вольного стиля были интегрированы специально разработанные нами комплексы акробатических упражнений, показал их высокую эффективность – был получен достоверный прирост в таких показателях, как «длина акробатического моста» (расстояние от пяток до кончиков пальцев рук), «акробатическая комбинация» (составлена нами – 3 кувырка вперед, выпрыгивание вверх; учитывались время её выполнения и правильность выполнения – отклонение в сторону от обозначенной прямой линии).

Несмотря на выявленную эффективность применения акробатических упражнений, в современном тренировочном процессе по спортивной борьбе акробатические упражнения применяются редко и бессистемно. Это подтверждается результатами проведенного нами опроса, в котором приняли участие 16 тренеров по спортивной борьбе в возрасте от 20 до 56 лет, со стажем работы от 3 месяцев до 37 лет, представляющих образовательные учреждения дополнительного образования физкультурно-спортивной направленности г. Красноярска и 8 регионов Красноярского края (г. Ачинск, Зеленогорск, Назарово, Шарыпово, п. Емельяново, с. Новоселово, Партизанское, Туруханск). Итоги опроса показали, что, с одной стороны, тренеры подчеркивают важность и необходимость применения акробатических упражнений на занятиях и видят в этом несомненную пользу для своих учеников, но, с другой стороны, они не готовы по ряду причин самостоятельно разработать комплексы акробатических упражнений.

С целью внедрения ряда специально подобранных акробатических упражнений (разработанный нами комплекс) в подготовительную часть тренировки борцов разных стилей борьбы (вольная борьба, борьба самбо и дзюдо) для совершенствования тренировочного процесса и развития физических качеств занимающихся нами был проведен педагогический эксперимент.

В эксперименте приняли участие 60 занимающихся: в каждом виде единоборств по 20 человек: 10 – из контрольной группы и 10 – из экспериментальной. Площадками для проведения эксперимента были выбраны МБОУ ДОД «СДЮСШОР по дзюдо» (возраст занимающихся 7–9 лет), МБОУ ДОД «СДЮСШОР по вольной борьбе» (возраст занимающихся 14–17 лет), МБОУ ДОД «ДЮСШ», г. Сосновоборск (возраст занимающихся 8–9 лет).

Все участники экспериментальной группы выполняли определенный комплекс акробатических упражнений в подготовительной части каждого тренировочного занятия. Участники контрольной группы занимались по обычной программе.

Все акробатические упражнения, включенные в экспериментальную программу, были предварительно тщательно отобраны на основании полученных нами данных по результатам анализа научно-методической литературы, анкетирования, педагогического наблюдения и проведенного ранее педагогического эксперимента. В программу вошли 18 базовых акробатических упражнений, которые в процессе работы с детьми по усмотрению тренера могут быть модифицированы им с учетом специфики вида спортивной борьбы и уровня физической подготовленности занимающихся, что, по нашему мнению, повысит эффективность их воздействия. Для удобства применения акробатических упражнений и достижения максимального эффекта от их использования мы представили их в виде матрицы, распределив по понедельно (табл. 1).

Таблица 1

**Распределение акробатических упражнений по неделям занятий (фрагмент)**

Акробатическое упражнение	Неделя занятий																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Кувырки (вперед, назад, в стороны)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Кувырки с полетом через препятствия	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Задания-связки с кувырками				*				*				*				*			*				*	

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Стойки на руках, на голове, на предплечьях	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Задания-связки с применением различных вариантов стоек		*				*				*				*				*				*		
Перекаты	*		*		*	*		*		*		*		*		*		*		*		*		*
Задания-связки с перекатами			*			*				*		*		*		*		*		*		*		*
Наклоны вперед и назад	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Перевороты, кульбиты (вперед, назад, «колесо»)									*			*					*			*			*	
Задания-связки с переворотами																	*			*			*	
Вращения (повороты) вокруг своей оси (на месте, в движении)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Задания-связки с вращениями		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*
Акробатические и борцовские «мосты»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Задания-связки с «мостами»	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Шпагаты	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Махи ногами	*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*		*	
Задания-связки с махами ногами		*			*		*		*	*		*	*		*		*	*		*	*		*	*
Акробатические упражнения с партнером								*						*				*			*	*	*	*

С целью выявления динамики физических качеств нами в начале и конце эксперимента в контрольной и экспериментальной группах были применены контрольные упражнения: «акробатический мост» (измерялась высота от пола до позвоночника и расстояние от кончиков пальцев рук до пяток тестируемого); «стойка на руках» (измерялось время опоры на руки без касания опоры любой другой частью тела, при этом допускалось перемещение на руках с целью сохранения равновесия); «шпагат» (на левую, правую, поперечный – измерялась высота от пола до паховой области испытуемого); «наклон туловища вперед», три кувырка вперед по заданной прямой. В контрольном упражнении «наклон туловища вперед» испытуемый, сидя на полу, ноги на ширине плеч, вытянуты перед собой, выполнял максимально возможный наклон вперед. Измерялось расстояние от пяток до кончиков пальцев рук. В контрольном упражнении «три кувырка вперед по заданной прямой» выполнялся следующим образом. Испытуемый вставал на линию, находившуюся между его стоп, и по команде «Марш!» выполнял 3 кувырка. Измерялось время выполнения, а также отклонение от заданной линии (среднее расстояние между стопами после остановки). После проведения эксперимента все полученные данные были подвергнуты математико-статистической обработке. Выявлялась достоверность различий в группах по *t*-критерию Стьюдента (табл. 2). Для удобства анализа в табл. 2 приведены данные по присутствию/снижению каждого показателя в процентном соотношении.

Специфика вида спортивной борьбы, а также различный начальный и конечный уровни, отражают весьма разнообразный прирост. В ряде контрольных упражнений прирост у представителей экспериментальной группы был весьма существенным. Например, в контрольном упражнении «стойка на руках» показатели у представителей вольной борьбы возросли более чем в три раза – с 1,2 до 4,4 с ( $p < 0,01$ ), а у представителей борьбы самбо время выполнения трех кувырков уменьшилось с 1,64 до 1,22 с, что составило прирост в 25,6 % ( $p < 0,001$ ).

Динамика результатов контрольных упражнений в контрольной (КГ) и экспериментальной (ЭГ) группах до и после эксперимента, %

Контрольное упражнение	Борьба самбо		Борьба дзюдо		Вольная борьба	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
Шпагат на правую, см	10,0	25,9*	8,6	19,8	3,2	28,1
Шпагат на левую, см	13,7	23,2*	5,3	11,0	1,8	41,3*
Шпагат поперечный, см	1,4	27,5	1,7	20,2*	3,0	30,5*
Стойка на руках, с	- 16,7	80,5*	10,9	257,1*	5,4	366**
Наклон вперед, см	- 6,7	42,2*	10,5	158,3*	2,9	27,2*
Акробатический мост (высота), см	- 0,4	5,8	4,3	10,9*	0,6	4,0
Акробатический мост (длина), см	0,4	11,1	3,2	5,3	1,8	15,2*
3 кувырка вперед, с	0,1	25,6***	7,1	29,0**	3,6	17,3*
3 кувырка вперед, см	-188,2	115,0*	37,5	335,0*	- 16,7	259,3*

\* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $< 0,001$ .

Таким образом, данные, полученные в результате проведенного нами педагогического эксперимента по интеграции в тренировочный процесс по вольной борьбе, борьбе самбо и дзюдо специально подобранных акробатических упражнений, позволяют сделать следующие выводы:

1. Включение в тренировочный процесс по спортивной борьбе подобранных нами акробатических упражнений положительно влияет на развитие физических качеств занимающихся.

2. Разработанная нами матрица акробатических упражнений сокращает временные затраты тренера и способствует повышению эффективности тренировочного процесса.

3. Положительный эффект от применения акробатических упражнений наблюдается у участников экспериментальных групп, независимо от их возраста и стиля борьбы (вольная борьба, борьба самбо и дзюдо).

4. Подобранные нами акробатические упражнения привносят разнообразие в тренировочный процесс и создают у занимающихся положительный эмоциональный фон.

### Литература

1. Акробатическая подготовка спортсменов в художественной гимнастике / под ред. В.М. Смирнова. – Алма-Ата, 1974. – № 18. – 104 с.
2. Баскетбол / под ред. Ю.М. Портнова. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 72 с.
3. Захаров П.П. Инструктору альпинизма. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 268 с.
4. Игуменов В.М. Спортивная борьба. – М.: Просвещение, 1993. – 238 с.
5. Кожевников С.В. Акробатика. – М.: Искусство, 1984. – 222 с.
6. Козлова Т.В. Прыжки в воду. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 48 с.
7. Коркин В.П. Спортивная акробатика. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 236 с.
8. Лях В.И. Важнейшие для различных видов спорта координационные способности и их значимость в техническом и технико-тактическом совершенствовании // Теория и практика физической культуры. – 1988. – № 2. – С. 57–59.
9. Миндиашвили Д.Г., Завьялов А.И. Учебник тренера по борьбе. – Красноярск: КГПУ, 1995. – 213 с.
10. Пархомович Г.П. Основы классического дзюдо. – Пермь: Урал-пресс, 1993. – 302 с.
11. Компоненты структуры технической подготовки акробатов / Е. Садовский, В. Болобан, А. Масталож [и др.] // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 9. – С. 19–23.
12. Соколов Е. Акробатическая подготовка гимнастов. – М.: Физкультура и спорт, 1962. – 70 с.



## ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

УДК 159.923.33

О.А. Хахалева

### К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

*Статья раскрывает понятие информационной среды обитания в современном обществе. Автор уделяет внимание взаимодействию личности с информационной средой обитания.*

**Ключевые слова:** информационные потоки, пространство, общество, взаимодействие, информационная экология, культура.

O.A. Khakhaleva

### TO THE ISSUE OF THE INFORMATION HABITAT

*The concept of information habitat in the modern society is described in the article. The author gives attention to interaction of a person with the information habitat.*

**Key words:** information streams, space, society, interaction, information ecology, culture.

Целый пласт исследований в социальной философии посвящен вопросам информационного общества. Эту тенденцию можно проследить в работах 60–80-х гг. XX в. основоположников постиндустриализма/информационизма Д. Белла, З. Бжезинского, Й. Масуды, Э. Тоффлера и других. Современный этап развития общества можно охарактеризовать как информационный. Информация, информационные системы, информационные технологии во многом определяют стратегические направления дальнейшего его развития. Во второй половине XX века человечество осознало, что информация более важный фактор социального развития, чем вещество, энергия и другие ресурсы. Овладение нарастающими массивами и потоками информации с помощью новых специализированных технологий превратилось в широкомасштабный проект информатизации общества. Следовательно, среда обитания личности также претерпевает изменения.

Д.В. Иванов удачно сформулировал проблему взаимоотношений технологии и общества: «... являются ли изменения общественных отношений функцией от изменений технологических, или же общественные изменения представляют собой серию технологических, экономических, политических и иных тенденций, корреляции между которыми вовсе не обязательно предполагают существование однозначных причинно-следственных связей» [2]. Из несомненного положения следует, что ни одно общество не может существовать без той или иной технологии. Технология, как всякий другой отдельно взятый фактор, не может определять развитие общества в целом, она воздействует на общество наряду с другими социальными факторами в тесном переплетении с ними. Поэтому социальные изменения иницируются наряду с другими факторами, не технологией самой по себе, а социально обусловленным способом её применения.

В окружающем мире идет процесс постепенного уплотнения информационных потоков с одновременным обособлением информационной сферы в отдельное образование, втягивающее в себя человека. Воздействуя на все органы чувств, она создает иллюзию подлинности символического мира, что сказывается на восприятии и оценке окружающей действительности, тяготеющих к существенным отклонениям, рождает информационные передозировки. Впрочем, организация информационного пространства имеет субъектно-объектный характер, что предполагает субъективное восприятие объективно-информационных данных. Одна и та же информация в одном случае может приносить боль, а в другом радость. В описании современной информационной среды целесообразно исходить из двух основополагающих посылок: во-первых, общество, в котором обитает человек сегодня, это информационное общество, во-вторых, в социуме, базирующемся главным образом на информации, проживает теперь новый человек – человек информационный (Homo Informaticus) – продукт информационного общества. Из вышеизложенного уместно дать определение, что информационная среда обитания есть совокупность условий окружающего мира, обеспечивающих информационное взаимодействие между пользователями и средствами информационного общения посредством

информационных ресурсов и интерактивных средств информационно-коммуникационных технологий.

Разделение концептов «технология» и «общество» мы находим, например, в работе М. Кастельса [3]. По его мнению, новые социальные формы и процессы не возникают как следствия технологических изменений, равно как и общество не предопределяет развитие технологий, так как в процессе научных открытий, технологических инноваций вмешиваются многие факторы, включая индивидуальную изобретательность и случайное стечение обстоятельств.

Похожую позицию ещё в 60-е гг. озвучивал Ю. Хабермас, разграничившей «практическую» (социальную) сферу и «техническую» сферу. Практическая сфера – это сфера интеракции, взаимодействия и общения, а техническая – это сфера труда. Сравнивая свою позицию со сформулированной концепцией противостояния труда и капитала К. Маркса, учёный пишет: «Мне кажется, что схожее, но отличающееся более общим характером отношение между институциональными рамками («интеракция») и подсистемой целерационального действия («труд» в широком смысле как инструментальное и стратегическое действие) больше подходит для реконструкции социокультурных этапов истории человечества».

Внедряя материально-техническую базу (компьютеры, сети хранения информации, архивы информации, программное обеспечение) и формируя навыки работы с информационными ресурсами, традиционное социальное общество подвергается информатизации, а точнее, преобразуется в информационное общество. Информатизация призвана стать основанием кардинальной трансформации качества и уровня жизнедеятельности человека. Полагаем возможным согласиться с тезисом В.П. Мозолина: «Подлинное информационное общество подразумевает стремление к обеспечению правовых и социальных гарантий того, что каждый гражданин общества, находящийся в любом пункте в любое время, может получать всю необходимую для его жизнедеятельности и решения, стоящих перед ним проблем, информацию. Если таких гарантий нет, то общество не может считаться информационным» [6].

Следовательно, различие в уровне информационного обеспечения сегодня становится одной из причин дисбаланса экономического развития передовых и слаборазвитых стран, порождает нестабильность в отношениях между странами. Сложный, противоречивый характер взаимодействия в системе "человек–информация" обусловлен природой информации как таковой. При этом всевозрастающее значение приобретает управляющая функция информации и растёт зависимость общества от информационной среды обитания.

Усложнение и динамичность социальных процессов в обществе, влияние происходящих общественных изменений непосредственно на повседневную жизнь человека делают его все более зависимым от потока сообщений средств массовой коммуникации. Все меньше сведений, необходимых для своего социального поведения и жизни в обществе, он может получить, основываясь только на своем повседневном опыте. Все больше необходимой социальной информации он получает из теле- и радио программ, периодических изданий. Особенно ярко это проявляется в формировании мнений по вопросам, которые не находят отражения в его непосредственном опыте, например, об обстановке в других городах, регионах, странах, о политических лидерах, об экономической конъюнктуре и т.п.

О проблеме демократической роли средств массовой коммуникации целесообразно упомянуть, приняв во внимание популярную работу Юргена Хабермаса «Мораль и коммуникация». Автор обозначает, что установился новый тип корпоративных отношений власти, при котором реализация организованных интересов происходит непосредственно между их носителями, а также с государством. При этом роль общественности постоянно уменьшается. Средства массовой коммуникации оказываются в этой ситуации агентами властных полномочий и рациональности. С их помощью также происходит вытеснение общественности. Вместо того, чтобы обеспечивать возможность для рациональных и критических дискуссий, средства массовой коммуникации манипулируют общественным мнением.

На современном этапе жизни, когда человечество вырабатывает новое общепланетарное мышление, когда различные общества и культуры обращаются к единым общечеловеческим ценностям, проблема их философского изучения не преходящее увлечение, а практическая и теоретическая необходимость, обусловленная включением нашей страны в общеевропейскую и общепланетарную систему установок. В настоящее время в обществе происходят болезненные процессы отмирания признаков тоталитарных режимов, возрождения ценностей, связанных с христианскими идеями, инклюзия уже принятых народами Запада идеологии демократических государств. Универсальной лабораторией для философского изучения этих процессов и формирования новых взглядов являются средства массовой информации, информационные технологии, развитие которых в нынешнем столетии поставило их вровень с такими общепринятыми коммуникативными факторами культуры, непосредственно синтезирующими социальные ценности, как религия, литература, искусство.

Идеалом глобального информационного общества является совершенствование информационных технологий, их распространение по всему миру и расширение доступа к информационным ресурсам, прежде всего, через компьютерные сети. Предельным случаем выступает состояние, когда любой человек, находящийся в любой точке земного шара (и даже за его пределами), в любой момент времени может получить необходимую ему информацию. Этот идеал и задает магистральное направление в движении к информационному обществу, а затем в совершенствовании такого общества и достижении им стадии зрелости. В подобном контексте информация видится как вещь, или квазивещь (подобием вещи), которой одновременно может пользоваться сколь угодно большое число людей без всякого ущерба для нее самой, а развитие демократии рассматривается как направленное на обеспечение технических и организационных возможностей для доступа к такой ценной вещи, как информация.

В феврале 2008 г. в области информационного развития нашей страны произошло важное событие – утверждена стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на период до 2015 года [8]. Равенство в доступе к информационно-коммуникационным технологиям стало сегодня одним из важнейших аспектов равенства как социальной ценности. Правительства и общественные организации прилагают значительные усилия к ликвидации так называемого цифрового разрыва – неравенства в доступе к информационно-коммуникационным технологиям между разными странами, а также между различными социальными группами внутри одной страны.

Еремин А.Л. полагает, что к числу областей, где проблемы развития компьютерных и коммуникационных технологий наиболее тесно связаны с проблемами интеллекта человека, следует отнести сферу образования. Использование информационно-коммуникационных технологий в образовании стремительно расширяется. Появляются новые технологии, открывающие новые, подчас неожиданные возможности. «Электронизация» образования включает его компьютеризацию и «сетизацию», использование мультимедийных средств, дистанционного обучения и т.д. В информационную эпоху меняются не только методы обучения, считает А.Л. Еремин: технологии оказывают всё более заметное влияние на формирование когнитивного пространства, на характерную для образования систему ценностей, складывавшуюся не одно столетие [1].

Можно выделить три важные взаимосвязанные идеи, в течение полувека определяющие характер применения компьютеров и телекоммуникационных средств в образовании. Одна из них состоит в том, что компьютерные технологии необходимо внедрять в образование, чтобы подготовить человека к жизни и работе в обществе будущего. Вторая весьма влиятельная идея – это идея доступности компьютерных технологий. Доступность в широком смысле имеет две основные составляющие – наличие физического доступа к компьютеру и простоту использования компьютера, его так называемую дружелюбность пользователю. Третья – идея эффективности компьютера в учебном процессе, предполагающая, что с помощью компьютерных технологий обучаемые лучше осваивают соответствующие предметы и курсы и что подобные технологии положительно влияют на стиль мышления человека. Именно третья из упомянутых идей вызывает в течение почти полувека наиболее острые дискуссии.

Вариативность в использовании информационных технологий, зависимость такого использования от направления собственно социальных процессов прописаны в концепции виртуализации общества Д.В. Иванова: «Сторонники теории информационного общества утверждают, что развитие информационных технологий пойдет в направлении создания систем централизованного управления и программирования социальных процессов, в направлении накопления и обработки данных с целью исчерпывающего знания характеристик и будущего поведения объекта, в направлении превращения научного знания в определяющий фактор общественной жизни, что сделает главными факторами социальной дифференциации, разделения общества на богатых и бедных не власть и собственность, а знание и обладание информацией» [2]. Однако, возражает далее Д.В. Иванов, в результате технического усовершенствования компьютеров и программного обеспечения совершенствуются визуальные и звуковые эффекты, делающие рабочую среду компьютера все более похожей на «реальность». Отсюда следует уничтожающий вывод относительно концепции информационной среды обитания: в настоящее время происходит не информатизация, а виртуализация общества.

Авторы М.Ф. Мизинцева, Л.М. Королева, В.В. Бондарь [5] придерживаются мнения, что взаимодействие человека с информационной средой имеет ряд особенностей, усугубляющих вредные влияния на организм человека. Воздействия информационной среды обитания на человека характеризуются непрерывностью и субъективностью. Так, на степень воздействия на человека экологических факторов окружающей среды можно влиять в большей степени, чем экологических факторов информационной среды. В этой связи становится очевидной необходимость выработки новой социальной технологии, направленной на адаптацию

человека, способного жить и действовать в современной информационной среде обитания. Для этого важны не только умение оперировать информацией и использовать информационные ресурсы, но и способность формировать информационное мировоззрение, заключающееся в знании законов функционирования информации в обществе, понимании сущности происходящих информационных преобразований и осознании своего места и задач в формирующемся информационном обществе. При этом очевидно, что информация имеет фундаментальное значение для появления новых знаний, для управления знаниями и обеспечения устойчивого развития цивилизации. Осознание приоритетной роли информации в современном мире и динамика развития информационной деятельности позволяют говорить о необходимости выделения специального научного направления – "информационной экологии" [5]. Предметом информационной экологии является изучение взаимодействия человека с информационной средой обитания. Цели и задачи информационной экологии важно рассматривать в свете проблем, возникающих при взаимодействии человека с информационной средой. В связи с информационным бумом появилась новая форма загрязнения – информационное загрязнение. Там, где появляется несоответствие между планируемым и реальным использованием информации, происходят неполадки в области информационной экологии. В связи с этим предлагается развить информационные стандарты, чтобы различать связи между информацией, пользователями информацией и использованием информации.

По мнению К.К. Колина, распространение информации может контролироваться при наблюдении за следующими шестью свойствами информации: предмет, охват, измерение (единица измерения, например, чел.- ч), время, источник, качество (полнота и своевременность) информации. Чтобы успешно справляться с информационным загрязнением необходимо: 1) составить план информационных требований; 2) управлять и контролировать сбор, хранение и изъятие информации; 3) оценивать пользование информацией [4]. Основными задачами информационной экологии являются:

- изучение взаимодействия человека с информационной средой обитания;
- на основе мониторинга состояния информационной среды обитания осуществление прогноза возможных последствий внедрения новых информационных технологий во все сферы человеческой деятельности;
- выработка вариантов устранения или предотвращения проблем, возникающих в ходе развития информационного общества;
- выявление негативных и позитивных результатов взаимодействия человека с информационной средой;
- обеспечение пропаганды ("навязывания") гуманистических идей в современном мире;
- устранение несоответствия между высоким уровнем развития технологий и низким уровнем человеческой культуры за счет внедрения компьютерной и информационной этики;
- создание научно-методических рекомендаций по обязательному проведению информационно-экологической экспертизы и внедрение в практику на всех этапах разработки и утверждения различных проектов (от совершенствования программного обеспечения, создания компьютерных игр и т.д. до информационной экспертизы инфосреды региона, города, школы и т.д.);
- выработка принципиально новых подходов к непрерывному образованию как к экологическому фактору и необходимому условию, обеспечивающему высокое качество жизни.

Б.А. Семеновкер разделяет точку зрения Колина в том, что образование превращается в экологический фактор, так как условием выживания в информационном обществе является необходимость обновления профессиональных знаний, регулярного совершенствования квалификации, что возможно только при обладании человеком высокой информационной культурой. Этот процесс можно рассмотреть в узком смысле – это приобретение навыков работы с современными информационными средствами, а в широком смысле – это обучение правилам взаимодействия с информационной средой (культура общения, соблюдение правовых норм, информационная и компьютерная этика, освоение всего комплекса знаний, чтобы быть активным участником общественного труда) [7]. Данные навыки обеспечивают социальную защищенность личности, играют неотъемлемую роль в умении формулировать, искать и интерпретировать информацию; высокий уровень автоматизации и роботизации освобождает людей от рутинной работы, в том числе управляющей и интеллектуальной.

Таким образом, информационная культура личности формируется на протяжении всей жизни человека, причем, как правило, этот процесс имеет стихийный характер, зависящий от степени возникновения перед личностью задач. Получение в достаточном объеме данных для ориентации в жизненных ситуациях является одним из необходимых условий для социально-психологической адаптации личности, ее приспособления к происходящим общественным изменениям. Приспособление к современным условиям, появление

чувства уверенности в жизненных перспективах в свою очередь может способствовать снижению степени напряжения у человека и снижению в целом социальной напряженности в обществе. Современному человеку требуются сформированные навыки эффективного взаимодействия с информационной средой обитания уже на начальном этапе профессиональной деятельности.

Следует отметить, что информационная среда обитания создает новые возможности для более эффективного использования интеллектуального потенциала общества, страны в целом. Теперь нужно проводить адекватные преобразования в сфере образования, которая сегодня уже не соответствует современным реалиям формирования глобального информационного общества.

### Литература

1. *Еремин А.Л.* Ноогенез и теория интеллекта. – Краснодар: СовКуб, 2005. – 356 с.
2. *Иванов Д.В.* Виртуализация общества. – СПб.: Петербургское востоковедение, 2000. – 96 с.
3. *Кастельс М.* Информационная эпоха: экономика, общество и культура: пер. с англ. / под ред. *О.И. Шкаратана*. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 689 с.
4. *Колин К.К.* Эволюция информатики и проблемы формирования нового комплекса наук об информации // Науч.-техн. информ. – 1995. – № 5. – С. 1–7.
5. *Мизинцева М.Ф., Королева Л.М., Бондарь В.В.* Информационная экология. – М., 2000. – 231 с.
6. *Мозолин В.П.* О некоторых проблемах телекоммуникационного обучения // Информатика и образование. – 2000. – № 2. – С. 89–90.
7. *Семеновкер Б.А.* Информационная культура: от папируса до компактных оптических дисков // Библиография. – 1994. – № 1. – С. 12.
8. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации от 7 февраля 2008 г. № Пр-212 // Российская газета. – 2008. – № 4591 (16 февр.).



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Аксенов В.В.* – канд. хим. наук, доц., зав. лабораторией Сибирского научно-исследовательского института переработки сельскохозяйственной продукции, биохимических технологий, пос. Краснообск  
630501, Новосибирская обл., Новосибирский район, пос. Краснообск  
Тел.: (8383) 348-04-09
- Архипов А.Н.* – канд. техн. наук, докторант каф. технологии молока и молочной продукции Кемеровского технологического института пищевой промышленности, г. Кемерово  
650056, г. Кемерово, бульвар Строителей, 47  
Тел.: (83842) 39-68-74
- Афанасова Е.Н.* – канд. биол. наук, доц. каф. биотехнологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660074, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 244-84-86
- Бадмаева С.Э.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. городского кадастра и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 250-59-79
- Бадмаева Ю.В.* – ст. преп. каф. городского кадастра и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 244-83-80
- Балдаков И.А.* – асп., ассист. каф. технологии и оборудования лесозаготовок Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-53-11
- Баранов А.В.* – ст. преп. каф. механизации и лесозаготовки Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск  
675006, г. Благовещенск, ул. Ленина, 180  
Тел.: (84162) 53-49-03
- Барков Д.А.* – ст. преп. каф. агроинженерии Юргинского филиала Томского политехнического университета, г. Юрга  
652050, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
Тел.: (8384-51) 6-05-37
- Белич Н.Ю.* – асп. каф. ботаники и экологии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск  
620126, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28  
Тел.: (8383) 244-02-05
- Белоконь М.М.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории популяционной генетики им. Ю.П. Алтухова Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, г. Москва  
119991, ГСП-1 г. Москва, ул. Губкина, 3  
Тел.: (8499) 135-50-67
- Бессонова Н.М.* – канд. вет. наук, доц. каф. инфекционных, инвазионных и незаразных болезней Горно-Алтайского государственного университета, г. Горно-Алтайск  
649000, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1  
Тел.: (838822) 2-57-80
- Борисенко И.Г.* – ст. преп. каф. начертательной геометрии и черчения Института педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 249-75-87
- Бурмага А.В.* – канд. техн. наук, проф. каф. механизации агропромышленного комплекса Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86  
Тел. (84162) 53-66-48

- Волкова Т.В. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории паразитологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток  
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159  
Тел.: (8423) 231-04-76
- Выводцев Н.В. – д-р с.-х. наук, проф. Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск  
680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136  
Тел.: (84212) 76-17-37
- Герасимов С.А. – асп. каф. ботаники и физиологии растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-27-77
- Горбунов И.В. – канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории растительных ресурсов Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита  
672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а  
Тел.: (83022) 20-65-25
- Городов А.А. – ст. преп. каф. экономической теории Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-24-29
- Горшков Ю.Г. – д-р техн. наук, проф. каф. безопасности жизнедеятельности Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск  
454080, г. Челябинск, просп. Ленина, 75  
Тел.: (8351) 266-65-30
- Гринько О.И. – асп., начальник территориального управления Агентства лесного хозяйства Иркутской области по Илимскому лесничеству, пос. Невон  
666659, Иркутская область, Усть-Илимский р-н, пос. Невон, ул. Транспортная, 19  
Тел.: (839535) 43-5-14
- Демьяненко О.В. – асп. каф. прикладной математики и информационно-компьютерной безопасности Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-36-71
- Дергач В.В. – канд. техн. наук, доц. каф. начертательной геометрии и черчения Института педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 249-75-87
- Донченко И.В. – соискатель Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86  
Тел.: (84162) 53-49-03
- Доценко С.М. – д-р техн. наук, зав. лабораторией хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского научно-исследовательского института сои, г. Благовещенск  
675027, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19  
Тел.: (84162) 37-30-05
- Дроздова Т.С. – асп. каф. акушерства и зоогигиены Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 246-49-98
- Ермоленко А.В. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории паразитологии Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток  
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159  
Тел.: (8423) 231-04-76

- Ермош Л.Г.* – канд. техн. наук, доц. каф. технологии питания Красноярского государственного торгово-экономического института, г. Красноярск  
660075, г. Красноярск, ул. Прушинской, 2  
Тел.: (8391) 221-90-74
- Жабько Е.В.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории лесоведения Ботанического сада-института ДВО РАН, г. Владивосток  
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159  
Тел.: (8423) 31-04-10
- Жижаев А.М.* – канд. хим. наук, зав. лабораторией аналитических методов исследования Института химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, ул. К. Маркса, 42  
Тел.: (8391) 212-48-39
- Заремба А.Н.* – асп. Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89  
Тел.: (8391) 211-16-85
- Зеленина Т.И.* – д-р филол. наук, проф. каф. романской филологии Удмуртского государственного университета, г. Ижевск  
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1  
Тел.: (83412) 91-62-67
- Зырянов А.Н.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии и защиты леса Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-86-58
- Иванов Н.А.* – канд. техн. наук, доц. каф. машин и оборудования лесного комплекса Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск  
680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136  
Тел.: (84212) 37-51-90
- Кобетаева Н.К.* – ст. преп. каф. управления и инжинринга в сфере охраны окружающей среды Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, г. Астана  
010009, г. Астана, ул. Мунайтпасова, 5  
Тел.: (87172) 35-38-06
- Калинкина В.А.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории флоры Дальнего Востока Ботанического сада-института ДВО РАН, г. Владивосток  
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159  
Тел.: (8423) 38-88-20
- Кашин А.С.* – д-р вет. наук, проф., зав. каф. акушерства и зооигиены Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 246-49-98
- Кашина Г.В.* – д-р биол. наук, доц. каф. акушерства и зооигиены Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 246-49-98
- Клименко Н.С.* – асп. каф. философии и социологии Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева, г. Красноярск  
660079, г. Красноярск, ул. Лебедевой, 89  
Тел.: (8391) 221-77-20
- Ковальчук Н.М.* – д-р вет. наук, проф. каф. инфекционных болезней Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан  
662600, г. Абакан, ул. Советская, 32  
Тел.: (83902) 24-30-18

- Колоскова Ю.И.* – асп., ст. преп. каф. предпринимательства и бизнеса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 245-19-19
- Комачкова И.В.* – мл. науч. сотр. лаборатории почвоведения и экологии почв Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток  
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159  
Тел.: (8423) 231-01-80
- Коновалов С.Н.* – асп. каф. инфекционных, инвазионных и незаразных болезней Горно-Алтайского государственного университета, г. Горно-Алтайск  
649000, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1  
Тел.: (838822) 2-57-80
- Корбанёв С.В.* – канд. техн. наук, доц. каф. основ конструирования и графики Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86  
Тел.: (84162) 53-49-03
- Королева Л.А.* – д-р ист. наук, проф., зав. каф. истории Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, г. Пенза  
440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28  
Тел.: (8412) 42-05-02
- Костенко Н.А.* – асп. каф. механизации и лесозаготовки Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск  
675006, г. Благовещенск, ул. Ленина 180  
Тел.: (84162) 53-49-03
- Кузнецов А.А.* – д-р физ.-мат. наук, доц. каф. прикладной математики и информационно-компьютерной безопасности Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-36-71
- Кутафьева Н.П.* – специалист центра защиты леса Красноярского края филиала ФГУ «Рослесозащита», г. Красноярск  
660036, г. Красноярск, Академгородок 50а  
Тел.: (8391) 249-85-80
- Лесовская М.И.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. психологии и экологии человека Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-03-86
- Липшин А.Г.* – магистр каф. биоэкологии и фитоценологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-27-77
- Лозовой В.А.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии и оборудования лесозаготовок Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82  
Тел.: (8391) 227-53-11
- Макеева Е.Г.* – науч. сотр. Государственного природного заповедника «Хакасский», г. Абакан  
655017, г. Абакан, ул. Цукановой, 164  
Тел.: (83902) 35-22-04
- Малова Ю.С.* – асп. каф. бионанотехнологии Кемеровского технологического института пищевой промышленности, г. Кемерово  
650056, г. Кемерово, бульвар Строителей, 47  
Тел.: (83842) 39-68-74

- Малых Л.М.* – канд. филол. наук, доц. каф. второго иностранного языка Удмуртского государственного университета, г. Ижевск  
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1  
Тел.: (83412) 91-62-67
- Мартышин А.В.* – асп. каф. эпизоотологии и паразитологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 246-49-98
- Мельниченко О.В.* – канд. ист. наук, помощник полномочного представителя Президента Российской Федерации в Приволжском федеральном округе, г. Нижний Новгород  
603082, г. Нижний Новгород, Кремль, корпус 1  
Тел.: (8831) 431-46-54
- Надеин К.А.* – канд. вет. наук, вет. врач ЗАО «Ириновское», п. Рахья  
188641, Ленинградская область, Всеволожский р-н, пос. Рахья, Леншоссе, 23а  
Тел.: (8960) 254-28-01
- Неходимова С.Л.* – асп. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-27-77
- Орешкова Н.В.* – канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории лесной генетики и селекции Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск  
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28  
Тел.: (8391) 249-46-25
- Оспищев А.В.* – асп. каф. акушерства и зоогигиены Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 246-49-98
- Островских Т.И.* – асп., ст. преп. каф. предпринимательства и бизнеса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-33-33
- Отнюкова Т.Н.* – канд. биол. наук Международного научного центра исследований экстремальных состояний организма, г. Красноярск  
660036, г. Красноярск, Академгородок 50  
Тел.: (8391) 290-57-39
- Петрусева Н.С.* – канд. биол. наук, доц. каф. инфекционных, инвазионных и незаразных болезней Горно-Алтайского государственного университета, г. Горно-Алтайск  
649000, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1  
Тел.: (838822) 2-57-80
- Пивоварова Ж.Ф.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ботаники и экологии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск  
620126, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28  
Тел.: (8383) 244-02-05
- Почекунин Д.В.* – студ. 5 курса Владивостокского государственного медицинского университета, г. Владивосток  
690022, г. Владивосток, просп. Острякова, 2  
Тел.: (8423) 245-74-81
- Родикова Л.Н.* – доц. каф. экономики и менеджмента Института управления бизнес-процесса и экономики Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 249-75-04
- Рожкова А.В.* – ст. преп. каф. международного менеджмента Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-32-49

- Рунова Е.М.* – д-р с.-х. наук, проф., декан лесопромышленного факультета Братского государственного университета, г. Братск  
665709, г. Братск, ул. Макаренко, 40  
Тел.: (83953) 32-53-70
- Рушелюк К.С.* – канд. техн. наук, доц., зав. каф. начертательной геометрии и черчения Института педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 249-75-87
- Савченкова В.А.* – канд. техн. наук, доц., начальник отдела воспроизводства, лесовосстановления, охраны и защиты леса территориального управления Агентства лесного хозяйства Иркутской области по Илимскому лесничеству в г. Усть-Илимске, пос. Невон  
666659, Иркутская область, Усть-Илимский р-н, пос. Невон, ул. Транспортная, 19  
Тел.: (839535) 43-5-14
- Сенчик А.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. охотоведения, директор Института леса Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86  
Тел.: (84162) 53-49-03
- Сидельников А.Г.* – асп. каф. экономики и агробизнеса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 246-35-84
- Сидоренко М.Л.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Биолого-почвенного института ДВО РАН, г. Владивосток  
690022, г. Владивосток, просп. 100 лет Владивостоку, 159  
Тел.: (8423) 231-01-80
- Сумина А.В.* – асп. каф. ботаники и физиологии растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-27-77
- Токарчук Т.Н.* – канд. биол. наук, доц. каф. физической и аналитической химии Дальневосточного федерального государственного университета, г. Владивосток  
690022, г. Владивосток, ул. Октябрьская, 27  
Тел.: (8423) 291-09-24
- Толстихин А.К.* – канд. техн. наук, доц. каф. начертательной геометрии и черчения Института педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 249-75-87
- Тюрин В.А.* – асп. каф. прикладной экологии и ресурсоведения Сибирского федерального университета, г. Красноярск  
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79  
Тел.: (8391) 246-99-46
- Тютрин С.А.* – асп. Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск  
680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136  
Тел.: (84212) 76-17-37
- Фомина Н.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. агроэкологии и природопользования Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-27-77
- Хахалева О.А.* – асп. каф. управления персоналом Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 245-04-57

- Ходос Д.В.* – д-р экон. наук, доц., зав. каф. экономики и агробизнеса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 246-35-84
- Цугленок Г.И.* – д-р техн. наук, проф., проректор по научной работе, инновациям и международным связям Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-59-71
- Четыркин Ю.Б.* – канд. техн. наук, доц. каф. безопасности жизнедеятельности Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск  
454080, г. Челябинск, просп. Ленина, 75  
Тел.: (8351) 266-65-30
- Чижевская М.В.* – канд. биол. наук, доц. каф. инженерной экологии Сибирского государственного аэрокосмического университета им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск  
660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31  
Тел.: (8391) 247-27-77
- Шарапаева М.С.* – асп. каф. психологии и экологии человека Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 227-03-86
- Якимова Л.А.* – д-р экон. наук, проф., зав. каф. предпринимательства и бизнеса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск  
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90  
Тел.: (8391) 247-33-33

## СОДЕРЖАНИЕ

### МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА

*Зырянов А.Н., Тюрин В.А.* К методике учета благородного оленя (*Cervus Elaphus L.*) по голосам «на реву»..... 3

### ЭКОНОМИКА

*Якимова Л.А., Островских Т.И.* Подходы к инвестированию в основной капитал на предприятиях кондитерской промышленности..... 11

*Ходос Д.В., Сидельников А.Г.* Региональная стратегия инновационного развития АПК..... 15

*Рожкова А.В.* Непроизводственные инновации как инструмент обеспечения устойчивого развития предприятий..... 20

*Колоскова Ю.И.* Особенности формирования человеческого капитала сельских территорий Красноярского края..... 26

*Родинова Л.Н.* Нормативы потребности запасных частей для построения ресурсной модели..... 32

### МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

*Баранов А.В.* Математическое моделирование работы валочно-сучкорезно-раскряжевой машины с выравниваемой платформой при заготовке сортиментов в горных лесах..... 41

*Городов А.А., Кузнецов А.А., Демьяненко О.В.* Золотое сечение и прогнозирование по авторегрессии... 47

### ПОЧВОВЕДЕНИЕ

*Неходимова С.Л., Фомина Н.В., Чижевская М.В.* Альгофлора почв лесных питомников Красноярского края..... 65

*Комачкова И.В.* Экологическое состояние почв техногенных ландшафтов юга Приморья..... 68

### РАСТЕНИЕВОДСТВО

*Герасимов С.А., Липшин А.Г., Сумина А.В.* Агрэкологическая пластичность и стабильность сортов и линий ячменя сибирской селекции..... 74

*Горбунов И.В.* Изменчивость и полиморфизм смородины черной (*R. nigrum L.*) в Восточном Забайкалье 78

*Калинкина В.А., Жабько Е.В.* Биоморфологический анализ растений долинного леса российского Дальнего Востока..... 84

### ЭКОЛОГИЯ

*Макеева Е.Г.* Водоросли озер степных участков заповедника «Хакасский»..... 89

*Выводцев Н.В., Тютрин С.А.* Закономерности роста чистых древостоев березы плосколистной (*Betula Platyphylla*)..... 94

*Сидоренко М.Л.* Проблемы искусственного культивирования трутовика лекарственного..... 98

*Афанасова Е.Н.* Микробиологическая индикация филлосферы лесных экосистем Сибири..... 101

*Ермоленко А.В., Волкова Т.В., Токарчук Т.Н., Почекунин Д.В.* Определение состояния окружающей среды г. Владивостока методом биоиндикации..... 105

*Орешкова Н.В., Белоконь М.М.* Генетическая дифференциация популяций лиственницы сибирской (*Larix Sibirica Ledeb.*) по микросателлитным локусам..... 111

*Рунова Е.М., Савченкова В.А., Гринько О.И.* Особенности состояния основных лесообразующих древесных пород в период смыкания крон..... 116

*Отнюкова Т.Н., Жижаев А.М., Кутафьева Н.П.* Элементный состав биоиндикаторов атмосферного загрязнения на территории г. Красноярска..... 123

*Белич Н.Ю., Пивоварова Ж.Ф.* Альгофлора березовых фитоценозов Новосибирской области..... 127

*Шарапаева М.С., Лесовская М.И.* Бактерицидность и радикалотропность эфирных масел сосны, эвкалипта и лимона..... 132

*Донченко И.В., Сенчик А.В.* Диапазон изменчивости углов рисунка жевательной поверхности коренных зубов красных полёвок острова Сахалин..... 137

*Цугленок Г.И., Бадмаева Ю.В.* Экологическая устойчивость агроландшафтов при орошении в степной зоне юга Красноярского края..... 146

*Кобетаева Н.К., Бадмаева С.Э.* Мониторинг экологического состояния поверхностных вод на примере реки Ишим на территории Республики Казахстан..... 149

### ЖИВОТНОВОДСТВО

*Барков Д.А.* Продуктивные и биологические свойства чистопородных свиней заводского типа КМ-1 и породы СМ-1 и их помесей при реципрокном скрещивании..... 154

*Дроздова Т.С., Кашин А.С.* Диагностика отравлений собак изониазидом в ветеринарных лабораториях 158

## **ВЕТЕРИНАРИЯ**

- Надеин К.А.* Иммуногистохимическое исследование CD-3 лимфоцитов в соединительной ткани крупного рогатого скота при хроническом воспалении..... 161
- Бессонова Н.М., Коновалов С.Н., Петрусева Н.С.* Распространение заболеваний кишечника пантовых оленей незаразной этиологии..... 165
- Мартышин А.В., Ковальчук Н.М.* Анализ микологического исследования кожных покровов рептилий, содержащихся в условиях неволи..... 170
- Оспищев А.В., Кашин А.С., Кашина Г.В.* Комплексная система дезинтоксикационной профилактики и фармакокоррекции при антропогенно-экологических болезнях телят..... 176

## **ТЕХНИКА**

- Бурмага А.В., Доценко С.М., Корбанёв С.В.* Совершенствование процесса получения кормовых смесей и обоснование параметров измельчителя-смесителя..... 182
- Костенко Н.А.* Влияние плотности древесины на производительность лесозаготовительных систем машин, используемых в Амурской области..... 187
- Горшков Ю.Г., Четыркин Ю.Б.* Обоснование математической модели самоочищаемости пневматических шин..... 192
- Лозовой В.А., Балдаков И.А.* Метод моделирования технологических перемещений древесного сырья на поточных линиях..... 197
- Иванов Н.А.* Профильная проходимость легких колесных вездеходов под пологом леса..... 202

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ**

- Аксёнов В.В.* Внедрение инновационных технологий в переработку зернового сырья..... 208
- Архипов А.Н., Малова Ю.С.* Анализ микроструктуры структурированных молочных продуктов..... 213
- Ермош Л.Г.* Новый вид сушки топинамбура..... 217

## **ИСТОРИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ**

- Королева Л.А., Мельниченко О.В.* Власть, Русская православная церковь и Римско-католическая церковь в России (1985–2000 гг.): к вопросу о взаимоотношениях..... 222

## **ФИЛОСОФИЯ**

- Клименко Н.С.* Гендерная сегрегация и мужские союзы как важные элементы формирования маскулинного самосознания (социально-педагогический аспект)..... 227

## **ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

- Рушелюк К.С., Борисенко И.Г., Толстихин А.К., Дергач В.В.* Требования к методическому обеспечению в университете..... 230
- Малых Л.М., Зеленина Т.И.* Сравнение языков как средство развития исследовательского типа мышления у студентов (на примере работы с многоязычным словарем)..... 233
- Заремба А.Н.* Акробатическая подготовка как неотъемлемый компонент тренировочного процесса в спортивной борьбе..... 238

## **ТРИБУНА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

- Хахалева О.А.* К вопросу об информационной среде обитания..... 243
- Сведения об авторах**..... 248