

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*О.В. Романова, В.Б. Новикова*

# ***ЭКОЛОГИЯ***

*Методические указания по учебной практике*



*Электронное издание*

Красноярск 2017

*Рецензент*

Т.В. Карпюк, канд. биол. наук,  
доц. каф. ландшафтной архитектуры, ботаники, агроэкологии

**Романова, О.В.**

Экология: метод. указания по учебной практике / О.В. Романова,  
В.Б. Новикова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 33 с.

Представлены общие положения и содержание (практические задания) учебной практики, структура и требования к оформлению отчета, учебно-методическое обеспечение практики.

Предназначено для студентов очной и заочной формы обучения направления 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агроэкология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
1 Общие положения .....	5
1.1 Цели и задачи учебной практики .....	5
1.2 Требования к результатам практики .....	5
1.3 Форма, место и время проведения учебной практики .....	6
1.4 Обязанности студента при прохождении учебной практики .....	6
2 Содержание практики (практические задания) .....	8
2.1 Методы сбора образцов на исследуемой территории .....	8
2.2 Биотический анализ различных биоценозов .....	10
2.3 Биометрический анализ параметров фитообъектов террито- рий с различной степенью антропогенной нагрузки .....	14
2.4 Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработан- ными газами автотранспорта на участке магистральной улицы ...	20
2.5 Биотестирование токсичности субстратов по проросткам раз- личных растений-индикаторов .....	23
2.6 Изменение продолжительности жизни людей во временном плане под влиянием антропогенных факторов .....	26
3 Структура отчета по практике. Требования к оформлению отчета .....	27
Примерные вопросы для подготовки к защите отчета по практике .....	29
Учебно-методическое и информационное обеспечение практики .....	31
Приложение .....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Экология является системной наукой, так как изучает взаимоотношения между живыми и неживыми компонентами природной среды. Знание этих зависимостей позволяет эффективно управлять природными экосистемами, не нанося им вреда.

Целью учебной практики по экологии является закрепление и углубление знаний, полученных студентами в процессе теоретического обучения, приобретение необходимых умений, навыков и опыта в изучении функционирования и распространения как отдельных видов организмов, так и их сообществ.

Учебная практика должна закрепить, расширить и углубить знания обучающихся о составе и структуре экологических систем различных рангов.

Методические указания предназначены для проведения учебной практики «Экология» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агроэкология», очной и заочной форм обучения, а также могут служить справочным пособием при выполнении бакалаврских работ по данному направлению.

## **1 Общие положения**

Учебная практика «Экология» входит в часть блока практики учебного плана подготовки бакалавров по направлению 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агроэкология». Практика реализуется в Институте агроэкологических технологий кафедрой экологии и естествознания.

Процесс прохождения учебной практике по экологии направлен на формирование и развитие следующих компетенций:

ОПК-2 – способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа;

ПК-14 – готовность изучать современную информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований.

### **1.1 Цель и задачи учебной практики**

*Цель учебной практики по экологии:* закрепление и углубление знаний, полученных студентами в процессе теоретического обучения, приобретение необходимых умений, навыков и опыта в изучении функционирования и распространения как отдельных видов организмов, так и их сообществ.

*Задачи:*

– овладеть полевыми и экспериментальными методами изучения природных и антропогенных экосистем;

– научиться использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

– овладеть методами статистической обработки данных, полученных при экологических исследованиях;

– изучить современную информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике экологических исследований.

### **1.2 Требования к результатам практики**

В результате прохождения учебной практики студент должен:

*знать*

– общие основы экологии как научной базы природопользования в целом и в своей профессиональной деятельности в частности, основные законы экологии, лежащие в основе охраны окружающей

природной среды и безопасности жизнедеятельности, структуру биосферы, экосистем, экологические принципы использования природных ресурсов, основы рационального природопользования;

*уметь*

– прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности с точки зрения биосферных процессов, принимать экологически безопасные организационно-технические решения в пределах своей компетенции на уровне предприятия, отрасли;

– пользоваться современной информацией, отечественным и зарубежным опытом по тематике исследований;

*владеть*

– методами исследования и анализа живых надорганизменных систем;

– математическими методами обработки результатов экологических исследований;

– методами оценки состояния природных экосистем.

### **1.3 Форма, место и время проведения учебной практики**

Учебная практика по экологии проводится в виде практических полевых занятий в летний период года и лабораторных исследований. При этом студенты «в поле» собирают биологический материал для гербария, проводят различные измерения. Результаты затем подвергаются камеральной обработке, анализируются, оформляются в отчете с расчетами и выводами.

Практика проводится в окрестностях микрорайона Ветлужанка и в лаборатории кафедры экологии и естествознания.

Способ проведения практики – стационарная.

### **1.4 Обязанности студента при прохождении учебной практики**

За время учебной практики по экологии студенты:

1. Описывают особенности биотопа. Определяют систематическое положение собранных видов животных и растений.

2. Оценивают размеры популяций отдельных видов, встречающихся в сообществе. Подсчитывают встречаемость и обилие видов методами абсолютного и относительного учета.

3. Проводят исследование морфологических параметров развития растений в зависимости от степени антропогенной нагрузки и осуществляют биометрическую обработку полученных данных.

4. Исследуют характер антропогенной нагрузки на живые организмы в городской среде.

5. Готовят отчет о проведенной работе, который включает: введение, основные разделы, заключение, библиографический список и приложения.

При проведении учебной практики используются: металлические и деревянные рамки, сантиметры, термометры, психрометры и гигрометры, калькуляторы, электронные весы, лабораторная посуда.

В ходе выполнения заданий практики студент под руководством преподавателя выходит на экскурсию, в процессе которой он должен соблюдать правила техники безопасности.

Общая трудоемкость практики – 2 зачетные единицы, 72 часа, включая 48 часов контактной работы и 24 часа самостоятельной работы обучающихся, которая заключается в написании отчета и подготовке к сдаче зачета.

### Тематический план

Раздел (этап) практики	Продолжительность работ на практике, ч	Форма контроля
1. Инструктаж по технике безопасности	0,5	-
2. Ознакомление с целью, задачами и порядком прохождения практики	0,5	Зачет
3. Биотический анализ различных биоценозов	17	Зачет
4. Биометрический анализ параметров фитообъектов территорий с различной степенью антропогенной нагрузки	12	Зачет
5. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы	6	Зачет
6. Биотестирование токсичности субстратов по проросткам различных растений – индикаторов	6	Зачет
7. Изменение продолжительности жизни людей во временном плане под влиянием антропогенных факторов	6	Зачет
8. Оформление отчета и подготовка к защите	24	Зачет

## 2 Содержание практики (практические задания)

Проводится согласно количеству часов на контактную и самостоятельную работу по учебному плану.

### 2.1 Методы сбора образцов на исследуемой территории

*Цель работы:* ознакомиться и овладеть основными методиками отбора образцов на исследуемом участке.

Для того чтобы унифицировать участки, на которых проводятся исследования абиотического и биотического компонентов экосистемы, обычно закладывают трансекты и (или) квадраты и сбор образцов ограничивают их площадью.

**Линейная трансекта.** Она может быть использована для сбора образцов на однородной площади, но на практике линейную трансекту закладывают тогда, когда полагают, что в пределах исследуемой площади происходит переход одних местообитаний и популяций в другие. Натянутая над землей между двумя столбиками тесьма или веревка показывает положение трансекты. Собирают только те виды, которые действительно соприкасаются с линией трансекты.

**Ленточная трансекта.** Ленточная трансекта – это проложенная через изучаемое местообитание полоса заданной ширины, образованная двумя линейными трансектами, протянутая на расстоянии 0,5 или 1,0 м друг от друга, между которыми производится учет видов.

Выбор типа трансекты зависит от качественного и количественного характера исследования, от требуемой степени точности, особенностей населяющих территорию организмов, размера площади, которую необходимо исследовать и наличия времени.

**Квадрат.** Этот инструмент представляет собой металлическую или деревянную рамку определенной площади, например 1 м<sup>2</sup>. Рамку кладут по одну сторону трансекты и исследуют площадь, заключенную внутри рамы. Потом раму переносят вдоль линейной трансекты в другие точки. В зависимости от характера исследования можно либо регистрировать находящиеся внутри рамы виды, либо оценивать их численность или обилие. Раму можно разделить бечевкой или проволокой на определенные секции, помогающие при подсчете численности или оценки обилия видов. Квадрат можно использовать отдельно от трансекты, если исследуемое местообитание имеет явно однородный характер. В этом случае квадрат помещают случайным образом. Один из методов совершенно случайного отбора образцов состоит в том, что квадрат бросают через плечо и записывают виды, оказавшиеся внутри квадрата в месте его падения (рис. 1).



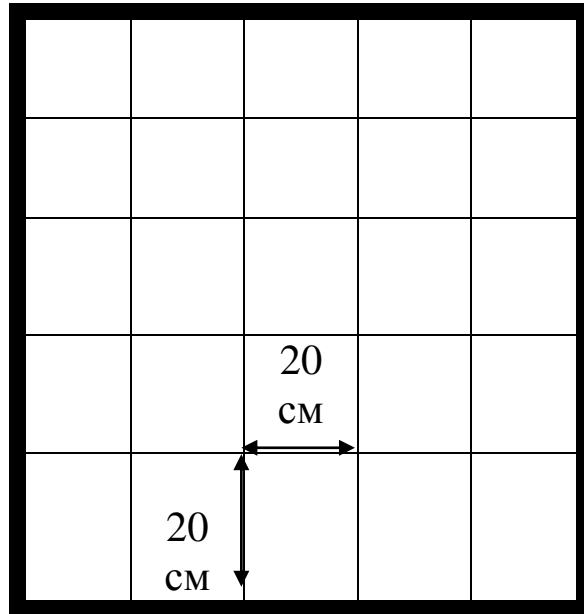


Рисунок 1 – Квадратная рама (1 м<sup>2</sup>), разделенная проволокой на небольшие квадраты (каждый по 400 см<sup>2</sup>) (образует размеченный квадрат)

**Рама со спицей (точечный метод).** Это рама с несколькими отверстиями, через которые можно пропустить «стержень», например спицу для вязания. Рама особенно удобна при исследовании вдоль трансекты местообитаний с сильно разросшейся растительностью, где различные виды растений частично перекрывают друг друга. Спицу пропускают через каждое отверстие, при этом записывают все виды, соприкасающиеся со спицей по мере того, как она опускается к земле (рис. 2).

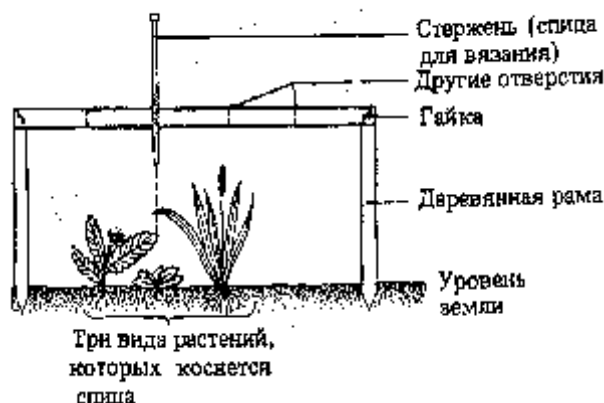


Рисунок 2 – Рама со стержнем (спицей)

## 2.2 Биотический анализ различных биоценозов

*Цель работы:* используя различные методы исследования видового состава биоценоза, дать характеристику основных показателей структуры и разнообразия основных биоценозов.

*Оборудование:* четыре колышка, веревка, ножницы, блокнот, ручка.

При выходе на экскурсию следует учесть следующие особенности:

- 1) характер местности (например: плоская поверхность, обращена на юг, угол наклона и т. д.);
- 2) температура воздуха;
- 3) осадки;
- 4) облачность (освещенность);
- 5) направление ветра;
- 6) скорость ветра;
- 7) время дня.

*Ход работы:* в ходе полевого исследования закладывается два вида трансект (линейная и ленточная) в трех различных биоценозах: луг, смешанный лес, пустырь, – каждая из которых закладывается в трех повторностях. При записи данных все виды растений и животных, поддающихся определению, необходимо определять прямо в поле, пользуясь определителями. Студенты по каждому из биоценозов составляют список видов в форме таблицы и проводят обработку данных.

Таблица 1 – Видовой состав биоценоза (ленточная, линейная трансекты)

Вид	Кол-во, шт.			Всего
	1 повторность	2 повторность	3 повторность	
1				
2				
Всего				

*Обработка данных.* Структура биотического сообщества складывается из нескольких показателей:

**Обилие** – число особей на единицу площади или объема.

**Частота** – отношение числа особей одного вида ( $n$ ) к общей численности особей ( $N$ ), выраженное в процентах:  $(n \cdot 100)/N$ .

**Постоянство** – отношение числа содержащих изучаемый вид выборок ( $p$ ) к общему числу выборок ( $P$ ), выраженное в процентах:  $(p/P) \cdot 100$ . В зависимости от величины этого отношения различают следующие категории видов: постоянные – встречаются более чем в 50 % выборок, добавочные – в 25–50 % выборок, случайные – менее чем в 25 % выборок.

**Доминирование** – способность вида занимать в экосистеме главенствующее положение и оказывать влияние на распределение в ней энергии. Доминанты – это те виды, которые на своем трофическом уровне обладают наибольшей продуктивностью. Влияние, которое оказывают виды-доминанты на структуру и свойства экосистемы, обуславливается их численностью, размером особей, продукцией. Так, среди видов, особи которых крупные (например деревья), **степень доминантности** определяется биомассой, а среди видов, особи которых мелкие (травянистые растения), доминантами будут наиболее обильно представленные виды. Для оценки степени доминантности в лесу используется площадь поперечного сечения ствола, а на лугу – «проективное покрытие», т. е. площадь поверхности земли, занятой растениями данного вида.

Если степень доминантности определяется в конечном итоге по уровню продуктивности, то **показатель доминирования** ( $C$ ) представляет иное понятие. Он вычисляется по формуле

$$C = \sum (n_i/N)^2,$$

где  $n_i$  – степень доминантности каждого вида (на основании числа особей, величины биомассы, продуктивности и т. д., но чаще на основании числа особей – отсюда  $n$ );

$N$  – общая степень доминантности, т. е. численность особей видов.

**Видовое разнообразие** трофического уровня или сообщества в целом определяют главным образом малочисленные редкие виды. Обычно в состав сообщества входит несколько видов с высокой численностью и множество редких видов с небольшой численностью. Показатель видового разнообразия

$$H = - \sum (n_i/N)^2 \log (n_i/N),$$

где  $n_i$  – степень доминантности каждого вида;

$N$  – общая степень доминантности.

Видовое разнообразие складывается из двух компонентов. Первый может быть назван *видовым богатством*, или *компонентом многообразия*, выражается отношением  $S/N$  – общее число видов  $S$  к общему числу особей  $N$ . Второй компонент видового разнообразия – это так называемая *выравненность распределения* особей между видами. Объективным показателем служит *показатель выравниваемости*:

$$e = H / \log S.$$

Для определения биотического сходства между биоценозами необходимо рассчитать индексы разнообразия и сходства:

***Индекс биологического разнообразия Уильяма  $\alpha$***

$$S = \alpha \ln [1 + (N/\alpha)],$$

где  $S$  – число видов;  
 $N$  – число особей.

***Индекс биологического разнообразия Маргалефа  $I$***

$$I = (S - 1) / \ln N.$$

***Индекс Шеннона  $H'$***

$$H' = \sum p_i \ln p_i,$$

где  $p_i$  – доля особей  $i$  в выборке.

***Мера относительного разнообразия (или выравниваемости)  $J'$***

$$J' = H' / H'_{\max}$$

где  $H'$  – максимально возможное разнообразие  $S$  видов;  
 $H'_{\max} = \ln S$ .

***Коэффициент сходства Жаккара  $I$***

$$I = j / (a + b - j) \cdot 100,$$

где  $j$  – число видов, встречающихся в обоих сообществах;  
 $a$  – число видов, входящих в сообщество  $a$ ;  
 $b$  – число видов, входящих в сообщество  $b$ .

### ***Коэффициент сходства Соренсена I***

$$I = 2j / (a+b) \cdot 100.$$

Обозначения те же, что и выше.

### ***Коэффициент сходства Маунтфорда I***

$$I = 2j / 2ab - (a+b)j \cdot 1000.$$

Обозначения те же, что и выше.

### ***Процентное сходство***

При сравнении выборок, полученных с двух площадок, для площадки составляют перечень собранных на ней видов, и число особей каждого вида выражают в процентах от общего числа особей, собранных на данной площадке. Затем сравнивают два полученных ряда цифр и для каждого вида, который встречается на обеих площадках, выбирают меньшую из двух цифр и подчеркивают, наконец суммируют подчеркнутые величины и таким образом вычисляют процентное сходство. Полученные данные заносят в таблицы 2 и 3.

Таблица 2 – Индексы разнообразия учетных площадок

Площадка	Индекс			J'
	Уильяма	Маргалефа	Шеннона	

Таблица 3 – Коэффициенты сходства

Сравниваемая площадка	Индекс			Процентное сходство
	Жаккара	Соренсена	Маунтфорда	

На основании полученных результатов делают вывод о биотическом состоянии изученных биоценозов.

### **2.3 Биометрический анализ параметров фитообъектов территорий с различной степенью антропогенной нагрузки**

При проведении исследований экологу приходится сталкиваться с двумя различными группами изучаемых признаков.

Первая группа – это *количественные признаки*. Количественные признаки могут быть измерены и выражены в числовом виде. Примеры количественных признаков – длина, ширина, объем, вес, рост и т. д.

Вторая группа – это *качественные признаки*. Качественные признаки, как правило, имеют только две степени проявления (есть – нет, семя взошло или погибло, окрас меха черный или серый, хромосомный набор нормальный или нет и т. д.). При анализе качественных признаков обычно имеют дело с процентами или долями. Примеры качественных признаков – всхожесть семян, процент здоровых растений, процент особей определенного пола, доля аномальных форм в популяции, процент жизнеспособных пыльцевых зерен, доля водорослей определенной группы в фитопланктоне.

Почти все математические методы применимы как к количественным, так и к качественным признакам. Однако схемы вычислений для количественных и качественных признаков существенно различаются. Это необходимо учитывать при проведении математического анализа экспериментальных данных.

Очень часто биологу приходится решать задачи, связанные с измерением каких-либо показателей у некоторой группы объектов (высота деревьев в лесу, площадь листьев у растений, принадлежащих к данной популяции, размер плодов, урожайность сельскохозяйственных культур, численность микроорганизмов в водоеме и почве, содержание тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции и т. д.). Как правило, невозможно измерить интересующий исследователя показатель у всех изучаемых объектов. Обычно приходится выбирать некоторую часть объектов (группу деревьев, несколько делянок, несколько образцов сельскохозяйственной продукции и т. д.), проводить на них измерения, а полученные результаты распространять на все изучаемые объекты. Выбранная для исследования группа называется «*выборка*», а все объекты – «*генеральная совокупность*» (рис. 3).

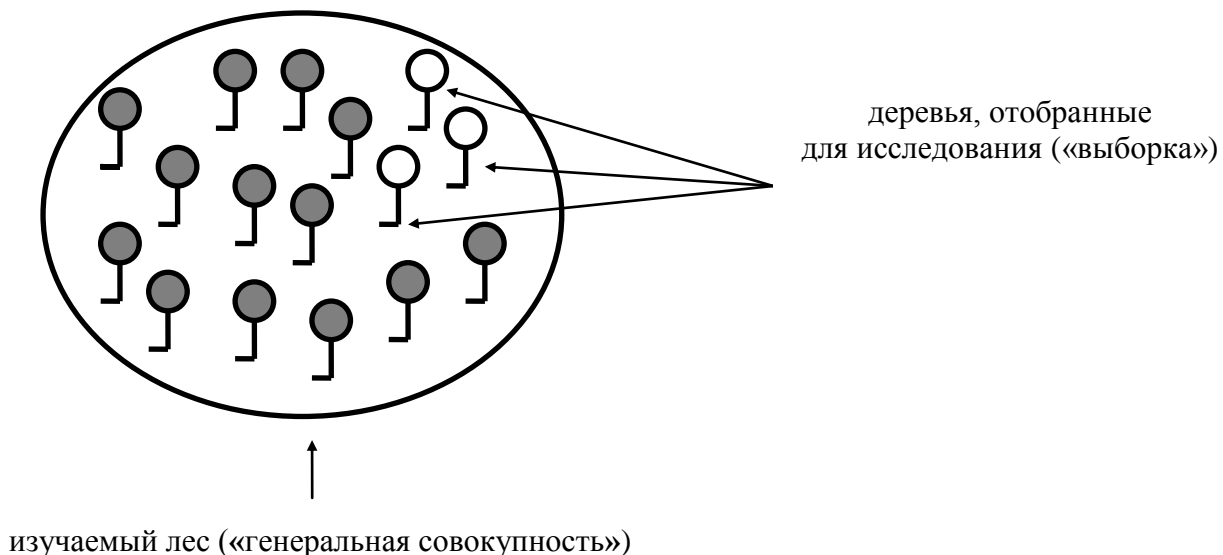


Рисунок 3 – Схема соотношения «генеральной совокупности» и «выборки»

Одна из основных задач статистической обработки – *оценить параметры генеральной совокупности по ограниченному числу измерений, проведенных в выборке.*

*Цель работы:* оценить параметры листового аппарата древесных растений в зависимости от степени антропогенной нагрузки.

*Оборудование и материалы:* линейка, ножницы, полевой дневник, калькулятор, пластиковый пакет.

*Ход работы:* выберите два участка с древесными насаждениями одного вида: первый – вблизи автотрассы около учебного заведения; второй – в лесном массиве. С каждого участка соберите не менее 30 листьев со всех деревьев данного вида.

У каждого листа измерьте длину (от вершины до основания) и ширину (в самом широком месте) листовой пластинки (рис. 4).

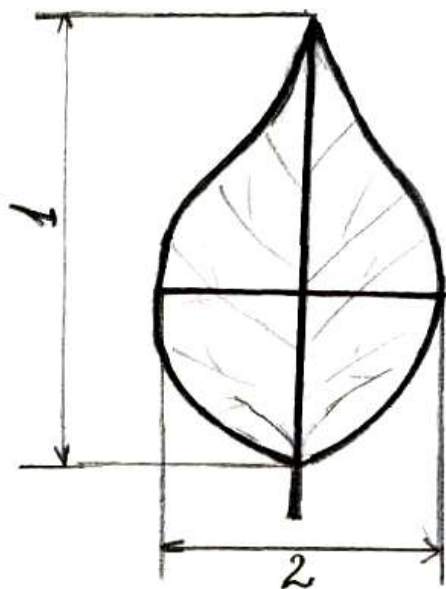


Рисунок 4 – Параметры листовой пластинки: 1 – длина листовой пластинки; 2 – ширина листовой пластинки

Полученные данные занесите в таблицу 4.

Таблица 4 – Первичные данные

Листья, собранные вблизи автотрассы			Листья, собранные в лесном массиве		
n	Длина листовой пластинки (x <sub>i</sub> ), мм	Ширина листовой пластинки (y <sub>i</sub> ), мм	n	Длина листовой пластинки (x <sub>i</sub> ), мм	Ширина листовой пластинки (y <sub>i</sub> ), мм

### Обработка результатов

Как правило, при анализе выборки исследователю необходимо определить два основных показателя: *среднее значение* и *разнообразие*.

Среднее значение, определенное по выборке, называется «*выборочное среднее*».

Выборочное среднее вычисляют по формуле

$$X_{cp} = \sum X_i / n ,$$

где  $X_{cp}$  – выборочное среднее;

$X_i$  – результаты отдельных наблюдений (измерений);

$n$  – число наблюдений (объем выборки);

$\sum$  – знак, означающий суммирование.

Показатели разнообразия в первую очередь необходимы для определения надежности статистических выводов.

Важнейший показатель разнообразия – это *среднее квадратичное отклонение*. Обычно его обозначают  $\sigma$ .

Среднее квадратичное отклонение характеризует *разброс данных относительно среднего*. Для вычисления среднего квадратичного отклонения используют формулу

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{n-1}},$$

где  $X_{cp}$  – выборочное среднее;

$X_i$  – результаты отдельных наблюдений (измерений);

$n$  – число наблюдений;

$\sum$  – знак, означающий суммирование.



Разница между результатами измерений и действительно существующими значениями измеряемой величины называется *погрешностью*, или *ошибкой*.

Ошибка среднего ( $m_x$ ), рассчитывается по формуле

$$m_x = \sigma / \sqrt{n},$$

где  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение;

$n$  – объем выборки.

Следующим расчетным показателем разнообразия является *коэффициент вариации (KB или CV)*.

Коэффициент вариации равен выраженному в процентах отношению дисперсии к среднему:

$$CV = 100 \% \cdot S_x / X_{\text{ср}}.$$

Коэффициент вариации особенно полезен, если необходимо *сравнить изменчивость разных признаков*. Например, какой признак в популяции варьирует сильнее – масса плодов, площадь листьев или число семян.

Вслед за вычислением среднего значения выборки следует определить среднее всей генеральной совокупности. В большинстве случаев невозможно по выборке узнать точное значение среднего для генеральной совокупности. Однако можно установить, что среднее лежит в некоторых пределах.

Эти пределы называются *«доверительным интервалом»*, или *«доверительными границами»*.

### **Пример**

Среднее значение содержания нитратов лежит в пределах [9,6...10,6] или *среднее значение содержания нитратов* =  $10,1 \pm 0,5$ .

Доверительные границы вычисляются по формуле

$$d = m \cdot t,$$

где  $m$  – это «ошибка среднего»;

$t$  – коэффициент Стьюдента.

$t$  находят из таблицы для заданного  $n$  и заданного уровня значимости.

Таблица 5 – Табличные значения критерия Стьюдента для расчета доверительных интервалов и проверки достоверности различия средних

Объем выборки (n)	Число степеней свободы (n – 1)	Значения критерия Стьюдента		
		$t_{0.05}$	$t_{0.01}$	$t_{0.001}$
2	1	12,71	63,66	636,62
3	2	4,30	9,92	31,60
4	3	3,18	5,84	12,92
5	4	2,78	4,60	8,61
6	5	2,57	4,03	6,87
7	6	2,45	3,71	5,96
8	7	2,36	3,50	5,41
9	8	2,31	3,36	5,04
10	9	2,26	3,25	4,78
11	10	2,23	3,17	4,59
12	11	2,20	3,11	4,44
13	12	2,18	3,05	4,32
14	13	2,16	3,01	4,22
15	14	2,14	2,98	4,14
16	15	2,13	2,95	4,07
17	16	2,12	2,92	4,02
18	17	2,11	2,90	3,97
19	18	2,10	2,88	3,92
20	19	2,09	2,86	3,88
21	20	2,09	2,85	3,85
22	21	2,08	2,83	3,82
23	22	2,07	2,82	3,79
24	23	2,07	2,81	3,77
25	24	2,06	2,80	3,75
26	25	2,06	2,79	3,73
27	26	2,06	2,78	3,71
28	27	2,05	2,77	3,69
29	28	2,05	2,76	3,67
30	29	2,05	2,76	3,66

Например, при числе наблюдений (объеме выборки)  $n=10$  табличные значения коэффициента Стьюдента будут равны (с точностью до десятых):  $t_{0.05} = 2,3$ ,  $t_{0.01} = 3,3$ ,  $t_{0.001} = 4,8$ .

Таким образом, если для вычисления доверительных границ используется  $t = 2,3$ , то вероятность ошибки составит 5 %, если используется  $t = 3,3$  – вероятность ошибки составит 1 %, если используется  $t = 4,8$  – вероятность ошибки составит 0,1 %.

Следующий расчетный показатель – коэффициент корреляции.

Корреляционный анализ предназначен для определения тесноты и направленности связи между изучаемыми признаками в случае, если предполагаемая связь носит **линейный характер**.

Основным показателем, характеризующим тесноту и направленность связи, является **коэффициент корреляции (r)**. Он может варьировать от  $-1$  до  $+1$ :

$r = +1$  – между признаками существует прямая связь;

$r = -1$  – между признаками существует обратная связь;

$r = 0$  – связь между признаками отсутствует.

На практике коэффициент корреляции очень редко бывает равен  $+1$  или  $-1$ . В биологических исследованиях часто используют следующую (условную) классификацию:

$|r| \geq 0,75$  – сильная связь;

$0,75 > |r| \geq 0,5$  – умеренная связь;

$0,5 > |r| \geq 0,25$  – слабая связь.

Расчет коэффициента корреляции производят по формуле

$$r = \frac{n \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{\sqrt{(n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2) \cdot (n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)},$$

где  $n$  – объем выборки;

$x_i$  – ширина листовой пластинки;

$y_i$  – длина листовой пластинки.

Для расчета необходимо первичные данные занести в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет коэффициента корреляции

n	$x_i$	$x_i^2$	$y_i$	$y_i^2$	$x_i \cdot y_i$
1					
2					
	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	$\sum y_i$	$\sum y_i^2$	$\sum x_i \cdot y_i$

На основании полученных результатов сделайте вывод о состоянии объектов исследования.

## **2.4 Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы**

*Цель работы:* определить уровень загрязнения атмосферного воздуха в результате работы автотранспорта.

*Оборудование:* калькулятор, справочные материалы.

*Ход работы:* выберите участок автотрассы вблизи учебного заведения (места жительства, отдыха) длиной 0,5–1 км, имеющий хороший обзор (из окна, из парка, с прилегающей территории). Измерьте шагами длину участка (в м), предварительно определив среднюю длину своего шага. В отчете зарисуйте схему выбранного участка.

Определите число единиц автотранспорта, проходящего по участку в течение 20 мин, 1 ч. При этом заполните таблицу 7.

Таблица 7 – Учетная таблица

Тип автотранспорта	Кол-во, шт.	Всего за 20 мин	За 1 ч, Nj	Общий путь за 1 ч, L, км
Легковые автомобили	...	14	42	
Грузовые автомобили				
Автобусы				
Дизельные грузовые автомобили				

Количество выбросов вредных веществ, поступающих от автотранспорта в атмосферу, может быть оценено расчетным методом. Исходными данными для расчета количества выбросов являются:

- число единиц автотранспорта, проезжающего по выделенному участку автотрассы в единицу времени;
- нормы расхода топлива автотранспортом (средние нормы расхода топлива автотранспортом при движении в условиях города приведены в таблице 8).

Таблица 8 – Нормы расхода топлива

Тип автотранспорта	Средние нормы расхода топлива (л на 100 км)	Удельный расход топлива $Y_j$ (л на 1 км)
Легковые автомобили	11–13	0,11–0,13
Грузовые автомобили	29–33	0,29–0,33
Автобусы	41–44	0,41–0,44
Дизельные грузовые автомобили	31–34	0,31–0,34

Значения эмпирических коэффициентов ( $K$ ), определяющих выброс вредных веществ от автотранспорта в зависимости от вида горючего, приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Коэффициенты выброса

Вид топлива	Значение коэффициента ( $K$ )		
	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Коэффициент  $K$  численно равен количеству вредных выбросов соответствующего компонента при сгорании в двигателе автомашины количества топлива, равного удельному расходу (л/км).

*Обработка результатов и выводов*

Рассчитайте общий путь, пройденный выявленным числом автомобилей каждого типа за 1 час ( $L$ , км) по формуле

$$L_j = N_j \cdot l,$$

где  $j$  – обозначение типа автотранспорта;

$L$  – длина участка, км;

$N_j$  – число автомобилей каждого типа за 1 час.

Рассчитайте количество топлива ( $Q_j$ , л) разного вида, сжигаемого при этом двигателями автомашин, по формуле

$$Q_j = L_j \cdot Y_j .$$

Определите общее количество сожженного топлива каждого вида ( $Q_j$ ) и занесите результаты в таблицу 10.

Таблица 10 – Расход топлива

Тип автомобиля	$Q_j$	
	Бензин	Дизельное топливо
1. Легковые автомобили		
2. Грузовые автомобили		
3. Автобусы		
4. Дизельные грузовые автомобили		
Всего		

Рассчитайте объем выделившихся вредных веществ в литрах при нормальных условиях по каждому виду топлива и всего по формуле

$$V = \sum Q_j \cdot K$$

Результаты занесите в таблицу 11.

Таблица 11 – Объем выбросов

Вид топлива	Кол-во вредных веществ, л		
	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин			
Дизельное топливо			
Всего			

Рассчитайте массу выделившихся вредных веществ  $m$  (г) по формуле

$$m = \frac{V \cdot M}{22,4}$$

где  $M$  – молекулярная масса.

Результаты запишите в таблицу 12.

Таблица 12 – Масса выделившихся вредных веществ

Вид вредного вещества	Кол-во, л (объем)	Масса, г
Угарный газ		
Углеводороды		
Диоксид азота		

Принимая во внимание близость к автомагистрали жилых и общественных зданий, сделайте вывод об экологической обстановке в районе исследованного вами участка автомагистрали.

### ***2.5 Биотестирование токсичности субстратов по проросткам различных растений-индикаторов***

**Биоиндикация** – это метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биологических систем.

В основу метода биоиндикации положена зависимость живых организмов от условий окружающей среды. Обычно живые организмы в той или иной степени реагируют на изменения окружающей среды, но в ряде случаев это нельзя выявить физическими или химическими методами, так как разрешающие возможности приборов или химических анализов ограничены. Этими методами может быть обнаружен, например, эффект биологического накопления отдельных токсических веществ в организмах растений и животных. Чувствительные же организмы-биоиндикаторы реагируют не только на малые дозы экологического фактора, но и дают адекватную реакцию на воздействие комплекса факторов, выявляя синергизм, эмерджентность, ингибирование.

**Биотестирование** позволяет получить интегральную токсикологическую характеристику природных сред не зависимо от состава загрязняющих веществ. Главная задача, решаемая биотестированием, – это получение быстрого ответа есть или нет токсичность изучаемого субстрата. *Фитотестирование* – это метод биологического тестирования, при котором в качестве тест-объектов используются растения.

*Цель работы:* при помощи методов биологической оценки определить степень токсичности субстратов в зависимости от уровня антропогенной нагрузки.

Данный метод биологической оценки субстратов или растворов проводится в двух вариантах:

1. *Выращивание растений на субстратах, токсичность которых надо оценить (почва или вода).*

2. *Полив проростков испытуемыми растворами (вытяжка из почвы или сточные воды различных предприятий) с той или иной степенью их концентрации и очистки.*

При исследовании применяют семена различных тест-растений: пшеницы, ячменя, кресс-салата, редиса и др. В связи с длительностью выращивания большинства тест-растений закладку опытов с их применением следует производить в начале практики, а обработку результатов – в ее завершении.

### **1. Выращивание растений на испытуемом субстрате**

*Оборудование и материалы:*

А. Для испытания твердых субстратов: 1) пластмассовые стаканчики; 2) пинцеты; 3) трубочки для полива; 4) пленка; 5) испытуемый объект; 6) ростки тест-растений.

Б. Для испытания воды или других жидкий субстратов (например, вытяжки из почвы): 1) кюветы (в качестве небольших пластмассовых кювет можно использовать четырехугольные пластиковые емкости); 2) пластмассовые крышки к кюветам с отверстиями; 3) пинцеты; 4) ростки тест-растений.

*А. Испытание твердых субстратов (почва, измельченный торф)*

*Ход работы.* Субстрат закладывают в стаканчики, увлажняют одинаковым количеством воды. Семена тест-растений предварительно намачивают в отстоянной водопроводной воде, раскладывают на два слоя фильтровальной бумаги в большую кювету, помещают в термостат для проращивания при температуре  $+25^{\circ}\text{C}$  -  $+26^{\circ}\text{C}$ . Когда длина coleoptилей достигнет 10–15 мм и появятся корни, ростки разделяют на фракции по длине и рассаживают по 10 растений каждой фракции в стаканчики на испытуемый субстрат. Контроль – субстрат, взятый в относительно чистой зоне. Полив производят через трубочку отстоянной и очищенной водопроводной водой.

Когда ростки достигнут длины 6–10 см (через 1–2 недели), производят их измерение и взвешивание. Ростки разделяют на части



(надземная часть и корни) и каждую часть измеряют и взвешивают отдельно.

*Б. Испытание воды и других жидких субстратов (вытяжка из почвы, осадки, растворы гербицидов и др.)*

*Ход работы.* Вода может использоваться в том виде, в котором она содержится в водоеме или сконцентрирована упариванием, а сточная вода предприятий может быть разбавлена.

Воду наливают в кювету, в крышке которой просверливают отверстия чуть меньше испытываемых семян. Крышка должна слегка касаться воды.

В отверстия вставляют проросшие ростки так, чтобы их корни достигали воды, и выращивают до длины 6–10 см. Контролем служит отстоянная и очищенная водопроводная вода. По мере использования ростками воды ее следует подливать. После того как ростки вырастут, их вынимают из воды, обсушивают фильтровальной бумагой, определяют длину и массу отдельно надземной части и корневой системы.

*Обработка результатов.* Результаты проведенных исследований выражают в процентах по отношению к контролю, принятому за 100 %. Строят диаграммы биотестовых испытаний.

## **2. Метод полива растений проростков тест-растений испытываемой загрязненной водой**

*Оборудование и материалы:* 1) стаканчики; 2) кюветы; 3) фильтровальная бумага; 4) промытый и прокаленный песок; 5) проростки тест-растений (пшеницы, овса и др.).

*Ход работы.* В стаканчики загружают одинаковое количество промытого и прокаленного песка, в который высаживают по 10 одинаковых проростков тест-растений. Песок поливают сверху одинаковым количеством испытываемой воды. Повторность – трехкратная. Контроль – полив отстоянной и очищенной водопроводной водой.

После достижения ростками высоты 8–10 см их выкапывают, обсушивают фильтровальной бумагой, разделяют бритвой на части (стебель, корни), измеряют и взвешивают.

*Обработка результатов:* результаты проведенных исследований выражают в процентах по отношению к контролю, принятому за 100 %. Строят диаграммы биотестовых испытаний.

## **2.6 Изменение продолжительности жизни людей во временном плане под влиянием антропогенных факторов**

Продолжительность жизни людей является интегральным показателем, включающим в себя многие факторы. Известно, что за последние десятилетия продолжительность жизни в России и близлежащих странах постоянно снижается. Основной причиной этого является ухудшение экологической обстановки, общее понижение уровня жизни, ведущее к ослаблению человеческого организма, снижению его иммунитета. С нарастанием социально-экологической нагрузки на людей возрастает риск различных заболеваний. При этом в каждом отдельном случае воздействию подвергаются определенные возрастные группы населения. Так, под влиянием радиоактивного облучения, загрязнения пестицидами, тяжелыми металлами в первую очередь подвергаются риску дети и старики; первые потому, что любое воздействие наиболее сильно влияет на делящиеся клетки, а вторые – из-за ослабления сопротивляемости организма с возрастом, нарастания «ошибок» в функционировании генетического аппарата клеточной ткани и др.

*Цель работы:* изучить изменение продолжительности жизни людей во временном плане под влиянием антропогенных факторов.

*Ход работы.* Для сбора материала используют старые кладбища, где имеются сохранившиеся захоронения людей за последние 80–100 лет. Обычно на кладбищах всегда есть разделение на старую и новую часть. На каждой из них, проходя по диагонали в одном и другом направлении (это можно сделать по стрелке компаса), произвольно выбирают 80–100 могил, переписывают даты рождения, смерти, пол.

Построить кривые выживаемости в целом для данной человеческой популяции или по половому признаку. При этом показатели разбить на классы. По оси ординат отложить число людей (0, 5, 10, 15, 20, 30 человек), а по оси абсцисс – возраст, до которого они дожили (0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–50, 50–60 лет и т. д.).

Тот же сбор материала производят на кладбище с более поздними сроками захоронения (новое кладбище) и строят такую же кривую.

Построить график общей смертности по годам: по оси ординат – число людей (как и в предыдущем случае), а по оси абсцисс – годы (1930–1935, 1935–1940, 1940–1945 и т. д.)

*Обработка результатов:* сравните кривые на графиках и объясните изменения в продолжительности жизни людей за последние 50–100 лет.

### **3 Структура отчета по практике. Требования к оформлению отчета**

По окончании практики обучающийся должен сдать на кафедре распечатанный отчет о практике.

Отчет является формой работы, позволяющей обучающемуся обобщить свои знания, умения и навыки, приобретенные за время прохождения учебной практики. Цель составления отчета – осознать и зафиксировать профессиональные компетенции, приобретенные обучающимся в результате освоения теоретических курсов и полученные им при прохождении практики.

Отчет по практике составляется в соответствии с программой практики и дополнительными, индивидуальными заданиями руководителя практики.

**Требования к оформлению текста отчета.** Формат документа – А 4 (размер общепринятого «стандартного листа»). Применяются отступы: слева – 25 мм, справа, сверху и снизу – 20 мм, ориентация документа – книжная, прошивается документ как обычно – слева. Шрифт – Times New Roman, размер 14-й, полуторный интервал, установленный цвет – в режиме Авто.

Отчет по практике готовится индивидуально. Объем отчета должен составлять 10–15 страниц, структура отчета включает **следующие разделы:**

Введение (цель и задачи практики).

1. Биотический анализ различных биоценозов.
2. Биометрический анализ параметров фитообъектов территорий с различной степенью антропогенной нагрузки.
3. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на участке магистральной улицы.
4. Биотестирование токсичности субстратов по проросткам различных растений-индикаторов.
5. Изменение продолжительности жизни людей во временном плане под влиянием антропогенных факторов.

Заключение (итоги практики, практическое применение результатов практики).

Библиографический список.

Текст отчета состоит из введения, основных разделов, заключения, библиографического списка и приложений.

Во введении приводятся цель и задачи практики, сроки, основные виды работ и заданий.

В основной части (разделы 1, 2, 3, 4) приводятся: описание методов, практические задачи, решаемые студентом в ходе выполнения учебной практики, конкретные виды работ, выполняемые во время прохождения практики, описание результатов исследования и сравнение их с отечественным и зарубежным опытом по тематике исследований, формулируются выводы.

В заключении необходимо отметить результаты освоения умений и навыков, полученные в ходе практики, значимость практики для обучающегося.

## ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ

1. Охарактеризуйте основные показатели биотического сообщества.
2. Для каких целей используют метод «линейной» и «ленточной» трансекты?
3. В чем суть метода «квадрата» и «точечного» метода?
4. Каково значение видовой структуры для устойчивости экосистемы?
5. Приведите примеры качественных и количественных признаков биообъектов.
6. Что представляет собой статистическая обработка результатов?
7. Какими методами статистической обработки результатов вы пользовались при подготовке отчета?
8. Какие условия необходимо выполнять при сборе образцов с исследуемой территории?
9. Как могут изменяться морфометрические признаки тест-культур при различном уровне антропогенной нагрузки?
10. Что такое биоиндикация? Какие растения используются в биоиндикации? В чем преимущества биоиндикации?
11. Кто из отечественных и зарубежных ученых использует в своих исследованиях биоиндикационные методы?
12. Как загрязнения влияют на размер листовой пластинки?
13. Что такое биотестирование? Биотестирование как метод оценки токсичности.
14. Что такое тест-объекты? Какие основные тест-объекты используются для биотестирования?
15. Назовите наиболее важное условие правильного проведения биотестирования.
16. Что служит основанием для выбора тест-объекта при проведении биотестирования?
17. Что такое тест-функция? От чего зависит длительность биотестирования?
18. Что такое токсический эффект? Что такое токсичность среды и как она определяется?
19. Какая разница между острой и хронической токсичностью?
20. Что такое интегральная токсичность и как она определяется?
21. Что такое толерантность организма?

22. Можно ли использовать биотестирование вместо химического анализа на содержание загрязняющих веществ?

23. Можно ли по реакции тест-объектов обнаружить зоны экологического бедствия или источники загрязнения?

24. Существуют ли специфические реакции тест-объектов на различные виды загрязнения?

25. Используя методы биотестирования, можно ли определить, загрязнена ли почва, вода или атмосферный воздух?

Зачет проводится в *устной* форме.

### Критерии оценивания защиты и оформления отчета (зачет)

Баллы по рейтинго-модульной системе	Критерии оценивания
«60–100 баллов» (зачтено)	<p>Обучающийся выполнил в срок и на высоком уровне все задания практики, проявил самостоятельность, творческий подход и инициативу. Показал глубокие теоретические знания и умения, используемые в оценке состояния экосистем и их возможность применять их на практике. В установленные сроки представил отчет.</p> <p>В отчете дал полное, обстоятельное описание заданий практики, провел исследовательскую и/или аналитическую работу, сделал правильные, глубокие выводы, внес предложения. Отчет оформлен в соответствии с требованиями.</p> <p>На защите верно, аргументированно и ясно давал ответы на поставленные вопросы; демонстрировал понимание выполненных заданий</p>
«0 баллов» (не зачтено)	<p>Обучающийся не выполнил программу практики и/или не представил в срок отчет. Отчет, выполненный обучающимся, не позволяет сделать вывод о том, что он овладел начальным профессиональным опытом и профессиональными компетенциями: выполнены не все задания, нарушена логика изложения, ответы не полные, отсутствует заключение по учебной практике</p>

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИКИ

1. Коробкин, В.И. Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л. В. Предельский. – 15-е изд., доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.

2. Хижняк, С.В. Методы статистической обработки в экологических и биологических исследованиях. Ч. 1. Оценка параметров совокупности. Сравнение средних / С.В. Хижняк, Е.Я. Мучкина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2000.

3. Хижняк, С.В. Методы статистической обработки в экологических и биологических исследованиях. Ч. 2. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ / С.В. Хижняк, Е.Я. Мучкина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2000.

4. Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для вузов / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М.: ВЛАДОС, 2001.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Образец титульного листа

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Красноярский государственный аграрный университет»**

Институт \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_

### **ОТЧЕТ о прохождении учебной практики по экологии**

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Ф.И.О. руководителя практики \_\_\_\_\_

Дата защиты отчета \_\_\_\_\_

Оценка \_\_\_\_\_

Красноярск 20\_\_ г.



# **ЭКОЛОГИЯ**

*Методические указания по учебной практике*

**РОМАНОВА Ольга Владимировна**  
**НОВИКОВА Виктория Борисовна**

*Электронное издание*

*Редактор*  
О.Ю. Потапова

Подписано в свет 26.06.2017. Регистрационный номер 277  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
e-mail: rio@kgau.ru