

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

**Е.И. Волошин, О.А. Бекетова**

***Земледелие с основами почвоведения и агрохимии***

*Методические указания к лабораторным занятиям  
и самостоятельной работе*

Электронное издание

Красноярск 2017

*Рецензент*

*С.В. Сергоманов, канд. с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства и плодовоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета*

**Волошин, Е.И.**

**Земледелие с основами почвоведения и агрохимии:** метод. указания к лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Е.И. Волошин, О.А. Бекетова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 62 с.

Содержит основные сведения о почвах и показателях почвенного плодородия. Приведены классификация, характеристика и методы расчета доз удобрений, рассмотрены структура, содержание, основные блоки и звенья систем земледелия.

Предназначено для бакалавров Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины направления подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» и Института инженерных систем и энергетики направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

© Волошин Е.И., Бекетова О.А., 2017

© ФГБОУ ВО «Красноярский  
государственный аграрный университет», 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Почва, ее строение и свойства.....	4
Задание 1. Знакомство с основными типами почв Красноярского края.....	12
Задание 2. Определение структурного состояния почвы методом сухого просеивания по Н.И. Саввинову.....	14
Классификация, характеристика и применение минеральных и органических удобрений.....	19
Задание 3. Знакомство с минеральными и органическими удобрениями.....	21
Задание 4. Методы расчета доз удобрений.....	23
Задание 5. Структура и содержание систем земледелия. Основные блоки и звенья.....	32
Список литературы.....	35
Приложения.....	36

## ПОЧВА, ЕЕ СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА

**Почва** – главное средство производства в земледелии. Она образовалась под воздействием природных факторов: рельефа местности, климата, растительности, материнской или почвообразующей породы и деятельности человека.

Почва обладает особым свойством – плодородием. По ГОСТ 27593-88 под термином **плодородие почвы** следует понимать «способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности».

**Плодородие** почв имеет две категории, которые различаются между собой овеященным результатом прошлой антропогенной деятельности.

**Естественное (природное)** плодородие является свойством почвы, сформировавшимся в природных условиях без антропогенного вмешательства (целинные почвы).

**Естественно-антропогенное** плодородие является свойством почвы, сформировавшимся в результате взаимодействия природного почвообразовательного процесса и целенаправленной антропогенной деятельности (распашка целины, периодическая механическая обработка, мелиорации, применение удобрений, пестицидов и т. п.), дополняющих друг друга. Примером являются пахотные почвы в агроэкологических системах, представленных агроландшафтами.

Категории плодородия включают две формы.

**Потенциальное** (или пассивное) плодородие представляет собой почвенное свойство, характеризующее общими запасами питательных веществ, необходимых для растений, а также физическими, химическими, биохимическими, физико-химическими, биологическими и другими свойствами почвы.

**Действительное** (или актуальное, эффективное) плодородие представляет собой почвенное свойство, характеризующее обменными запасами питательных веществ, необходимых для растений, а также агрофизическими, агрохимическими и другими агрономически важными свойствами почвы. Эффективное плодородие, выраженное в стоимостных показателях, представляет собой экономическое плодородие. Эта форма имеет, в свою очередь, вид плодородия.

**Искусственное** плодородие представляет собой свойство почвы, сформированной в результате целенаправленной антропогенной дея-

тельности. Проявляется при создании субстратов для теплиц, парников, искусственных почв на ограниченных территориях (например, огородах).

Плодородие, как часть почвообразовательного процесса, тесно связано с превращениями, аккумуляцией и передачей энергии и веществ, что происходит в результате количественных и качественных изменений факторов и условий плодородия. Эти изменения могут протекать как в благоприятном для развития плодородия отношении, так и в неблагоприятном.

Урожайность сельскохозяйственных культур является следствием реализации не только эффективного, но и потенциального плодородия почв, а также агроклиматических, производственных и других ресурсов. Важнейшая задача земледелия – обеспечение стабильного роста урожаев при высоком качестве продукции на основе сохранения и воспроизводства эффективного и потенциального плодородия почв.

По данным института ВостСибНИИгипрозем, среди сельскохозяйственных угодий Красноярского края выделяется более 500 типов, подтипов, родов, видов и разновидностей почв. В структуре почвенного покрова пашни 61,8 % занято черноземами, серыми лесными – 20,9 %, дерново-подзолистыми – 5,4 %, дерново-карбонатными – 5,5 %, луговыми и пойменными – 6,4 % (Прил. 1).

Распределение почв в структуре почвенного покрова пашни по природным зонам края неодинаковое. В подтаежной зоне преобладают серые лесные, дерново-подзолистые, дерново-карбонатные и дерново-выщелоченные почвы. В Красноярской, Ачинско-Боготольской, Назаровской, Чулымо-Енисейской, Канской, Минусинской лесостепных зонах края в пашне господствуют черноземы.

Характер почвообразовательного процесса определяет уровень почвенного плодородия и обуславливает внешние (морфологические) признаки почв. К ним относятся строение почвенного профиля, мощность почвы и ее отдельных горизонтов, окраска, влажность, гранулометрический состав, структура, сложение, новообразования, включения.

Общий вид почвы со всеми почвенными горизонтами называется **строением почвы**. Это результат генезиса почвы, постепенного развития ее из материнской породы, которая дифференцируется в процессе почвообразования. Совокупность генетических горизонтов образует генетический профиль почвы.

**Почвенный профиль** – определенная вертикальная последовательность генетических горизонтов почвы. Почвенный профиль специфичен для каждого типа почвообразования.

**Генетические почвенные горизонты** – это однородные, обычно параллельные поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам. Наиболее распространенным в нашей стране является использование следующих символов генетических горизонтов почв:

Горизонт  $A_0$  – лесная подстилка или степной войлок. Представляет собой опад растений на различных стадиях разложения – от свежего до полностью разложившегося. Эта самая верхняя часть почвенного профиля. Встречается только в естественных почвах.

Горизонт  $A$  – гумусовый горизонт. Чаще всего наиболее темноокрашенный горизонт в верхней части почвенного профиля, в котором происходит накопление органического вещества в форме гумуса, тесно связанного с минеральной частью почвы. Цвет этого горизонта варьируется от черного, бурого, коричневого до светло-серого, что зависит от состава и количества гумуса. Мощность гумусового горизонта колеблется от нескольких сантиметров до 1,5 м и более.

Горизонт  $A_d$  – дерновый. Горизонт, в котором живых корней растений более 50 %.

Горизонт  $A_{пах}$  – пахотный. Горизонт, измененный продолжительной сельскохозяйственной обработкой, сформированный из различных почвенных горизонтов на глубину вспашки обычно 25–30 см. Встречается только в пахотных почвах.

Горизонт  $A_1$  – минеральный гумусо-аккумулятивный. Встречается в почвах, где происходит разрушение алюмосиликатов и образование подвижных органо-минеральных веществ. Верхний темноокрашенный горизонт, содержащий наибольшее количество органического вещества.

Горизонт  $A_2$  – элювиальный (подзолистый или осолоделый). Формируется под влиянием кислотного или щелочного разрушения минеральной части. Это сильно осветленный, бесструктурный или слоеватый рыхлый горизонт, обедненный гумусом, другими соединениями и илестыми частицами, за счет их вымывания в нижележащие слои и относительно обогащенный остаточным кремнеземом.

Горизонт  $B$  – переходный или иллювиальный. Является переходным слоем к почвообразующей породе, характеризуется посте-

пенным ослаблением процессов аккумуляции гумуса и разложения первичных минералов.

Горизонт С – материнская (почвообразующая) горная порода. Из этой породы сформировалась почва. На этой глубине порода не затронута процессами почвообразования (аккумуляцией гумуса, элювиированием и т. д.).

Кроме указанных горизонтов, выделяются переходные, для которых применяются двойные обозначения, например,  $A_1 A_2$  – горизонт, прокрашенный гумусом и имеющий признаки оподзоленности;  $A_2 B$  – горизонт, имеющий черты подзолистого горизонта ( $A_2$ ) и иллювиального (B); BC – переходный горизонт от переходного к материнской породе и т.д.

Каждому почвенному типу свойственно свое сочетание горизонтов. Поэтому некоторые из них могут в том или ином профиле отсутствовать.

**Мощность почвы** – это толщина ее от поверхности вглубь до слабо затронутой почвообразовательными процессами материнской породы. У разных почв мощность неодинаковая, от 40–50 см до 150–200 см и более.

**Мощность почвенного горизонта** – это толщина горизонта от поверхности почвы или вышележащего горизонта до нижележащего горизонта. Границы почвенных горизонтов и подгоризонтов устанавливаются по совокупности всех признаков (цвет, структура, сложение, плотность и др.)

**Окраска почвы.** Цвет почвы – наиболее доступный для наблюдения морфологический признак. Он широко используется в почвоведении для присвоения названий почвам (чернозем, краснозем, желтозем, серозем и др.). Окраска почв зависит от ее химического состава, условий почвообразования и влажности.

Наиболее важны для окраски почв три группы веществ. Гумусовые вещества придают почве черную, темно-серую и серую окраску. Верхние горизонты окрашены гумусом в темные цвета. Чем большее количество гумуса содержит почва, тем темнее окрашен горизонт. Наличие железа и марганца придает почве бурые, охристые и красные тона. Белесые, белые тона предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывания продуктов разложения минеральной части почв), осолодения, засоления, окисления, т. е. присутствие в почве кремнезема, каолина, углекислого кальция и магния, гипса и других солей.

Почвы редко бывают окрашены, в какой-либо один чистый цвет. Обычно окраска почв довольно сложная и состоит из нескольких цветов (серо-бурая, темно-серая, белесовато-сизая, красновато-коричневая и т. д.), причем название преобладающего цвета ставится на последнем месте. При определении окраски почвы в полевых условиях необходимо учитывать влажность почвы и степень освещенности почвенного разреза.

**Влажность почвы.** Она зависит от метеорологических условий, уровня грунтовых вод, гранулометрического состава, характера растительности и т. д. Влажность почвы не является морфологическим признаком, но от этого показателя зависит проявление всех морфологических свойств.

При описании почвенного разреза используют пять степеней влажности почв:

1) сухая почва пылит, присутствие влаги в ней на ощупь не ощущается, не холодит руку;

2) влажноватая почва холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет;

3) влажная почва – на ощупь явно ощущается влага; почва увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную почве при сжатии рукой;

4) сырая почва при сжимании в руке превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцами;

5) мокрая почва – при сжимании в руке из почвы выделяется вода, которая сочится между пальцами. Степень влажности оказывает влияние на сложение, структуру и другие агрофизические свойства почв.

**Гранулометрический состав** – относительное содержание в почве твердых частиц (механических элементов) разной величины. В зависимости от размера механических элементов выделяют две фракции: физический песок ( $>0,01$  мм) и физическая глина ( $>0,01$  мм).

По гранулометрическому составу почва бывает: песчаная (рыхло-песчаная, связно-песчаная); супесчаная, суглинистая (легкосуглинистая, среднесуглинистая, тяжелосуглинистая); глинистая (легкоглинистая, среднеглинистая, тяжелоглинистая). Песчаные и супесчаные почвы легко поддаются обработке и называются легкими, а тяжелосуглинистые и глинистые почвы – тяжелыми.

Среди пахотных угодий в Красноярском крае преобладают почвы тяжелого гранулометрического состава: глинистые – 30,7 %, тяже-

лосуглинистые – 45,4 %, среднесуглинистые – 20,4 %, легкосуглинистые – 3,1 %, супесчаные – 0,28 % и песчаные – 0,02 %.

**Структура почвы** – взаимное расположение структурных отдельностей (агрегатов) определённой формы и размеров.

Различают три основных типа структуры:

**1. Кубовидная** – грани имеют равномерное развитие структуры по трём взаимно перпендикулярным осям. Она делится на следующие роды и виды:

- 1) глыбистая (мелко и крупно глыбистая) – 5 – > 10 см;
- 2) комковатая (крупнокомковатая, комковатая, мелкокомковатая) – 0,5 – 5 см;
- 3) пылеватая (< 0,5 мм);
- 4) ореховатая (крупноореховатая, ореховатая, мелкоореховатая) – 5 – > 10 мм;
- 5) зернистая (крупнозернистая, зернистая, мелкозернистая) – 0,5 – 5 мм.

**2. Призмовидная** – развитие структуры главным образом происходит по вертикальной оси. Подразделяется:

- 1) на столбовидную (крупностолбовидная, столбовидная, мелко-столбовидная) диаметр < 3 – > 5 см;
- 2) столбчатую (крупностолбчатая, столбчатая, мелко-столбчатая) – < 3 – > 5 см;
- 3) призматическая (крупнопризматическая, призматическая, мелкопризматическая) – < 3 – > 5 см.

**3. Плитовидная** – развитие структуры происходит по горизонтальным осям. Подразделяется на плитчатую (сланцеватая, плитчатая, пластинчатая, листовая) – < 1 – > 5 мм; чешуйчатая (скорлуповатая, грубочешуйчатая, мелкочешуйчатая) – < 1 – > 3 мм.

С агрономической точки зрения структурной считается почва, в которой комковато-зернистые водопрочные агрегаты размером от 0,25 – до 7 (10) мм составляют более 55 %

Для чернозёмов характерна зернистая структура, серых лесных – ореховатая, дерново-подзолистых почв - плитчатая.

**Сложение** – взаимное расположение в пространстве и соотношение механических элементов, отдельностей и связанных с ними пор в почве. Сложение почвы зависит от ее структуры, гранулометрического и химического состава, влажности почвенных горизонтов.

По плотности в сухом состоянии сложение бывает слитое (очень плотное), плотное, рыхлое и рассыпчатое.

Сложение имеет большое значение и характеризует почву с точки зрения трудности её обработки. Глинистые и тяжёлосуглинистые (тяжёлые) почвы требуют больших усилий при обработке, чем среднесуглинистые и песчаные (лёгкие). От сложения зависят водно-физические свойства и проникновение воды и корней растений в почву.

**Новообразования** – скопления веществ различной формы и химического состава, которые образуются и откладываются в горизонтах почвы в результате почвообразовательных процессов. По происхождению различают новообразования химического и биологического происхождения.

Новообразования химического происхождения делят по форме и химическому составу.

По форме химические новообразования разделяют на следующие группы:

- 1) выцветы и налёты;
- 2) корочки, примазки, потёки;
- 3) прожилки и трубочки;
- 4) конкреции и сложения;
- 5) прослойки.

По составу химические новообразования делят на группы:

1) скопления легкорастворимых солей белого цвета ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и т. п.) Встречаются в засоленных почвах в форме скоплений – налёты, выцветы, корочки, примазки, крупинки и отдельные кристаллы солей;

2) скопления гипса ( $\text{CaSO}_4$ ). Белого цвета, встречается в форме выцветов, налётов, прожилок;

3) скопления карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ). Белого или грязно – белого цвета. Залегают в форме карбонатной плесени, карбонатных трубочек, белоглазки;

4) скопления окислов и гидратов окислов железа, марганца, фосфорной кислоты. Это красно-бурые, ржаво-охристые, розовые, жёлтые налёты, плёнки выцветы, примазки, пятна, трубочки, конкреции и т.д. Эти образования характерны для дерново-подзолистых и избыточно увлажнённых почв;

5) закисные соединения железа. Встречаются в виде сизоватых плёнок, пятен, корочек в болотных и заболоченных почвах;

6) скопления кремнекислоты. Встречаются в виде присыпки, прожилок, пятен в почвах подзолистого типа и солодах;

7) выделения и скопления органических веществ. Чёрного или тёмно-серого цвета потёки, корочки, пятна, карманы, языки, связанные с проникновением перегнойных веществ по трещинам в нижележащие горизонты.

Новообразования биологического происхождения делят по происхождению на следующие группы:

- 1) червороины, извилистые ходы и канальца червей;
- 2) капролиты – зернистые клубочки экскрементов червей;
- 3) кротовины – пустые или заполненные ходы роющих животных (сусликов, сурков, кротов);
- 4) корневины – полости, образующиеся после перегнивания крупных корней растений;
- 5) дендриты – «узоры» от перегнивания мелких корешков. Новообразования химического и биологического происхождения дают возможность судить о генезисе и плодородии почв.

**Включения** – присутствующие в почве тела органического и неорганического происхождения, образование которых не связано с почвообразовательным процессом (камни, валуны, галька, остатки корней, стеблей, стволов растений, кости животных, раковины моллюсков, кирпич, стекло, металлические предметы, черепки).

**Вскипание.** Вскипание от HCl важнейший морфологический признак, позволяющий определить в почве наличие карбонатов (CaCO<sub>3</sub>). В результате реакции выделяется углекислый газ из почвы в виде пузырьков с характерным шипением.

## ЗАДАНИЕ 1

### ЗНАКОМСТВО С ОСНОВНЫМИ ТИПАМИ ПОЧВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

К основным показателям плодородия относят гранулометрический состав, содержание гумуса, нитратного азота, подвижного фосфора, обменного калия, микроэлементов и кислотность почвы.

При проведении агрохимического и почвенного обследования состояние плодородия почв оценивается на основании утвержденных Министерством сельского хозяйства РФ нормативных показателей (Прилю 5–10).

Почвы земледельческой части Красноярского края характеризуются высоким потенциальным плодородием (Танделов и др. 1997, 2005). По природным зонам наблюдаются различия в содержании в почвах гумуса, макро- и микроэлементов, реакции почвенного раствора (Прил. 11–17).

Задание: заполните таблицу 1. Зарисуйте почвенные профили, укажите мощность генетических горизонтов, морфологические признаки, гранулометрический состав, агрохимические показатели заполните самостоятельно, используя дополнительную литературу и приложения 2–17.

Сделайте рисунки почвенных профилей чернозема выщелоченного, чернозема обыкновенного, темно-серых лесных, дерново-подзолистых почв.

По результатам приведенных данных сделайте вывод об уровне почвенного плодородия (по содержанию гумуса в пахотном слое, реакции почвенного раствора (рН), обеспеченности подвижными формами азота, фосфора, калия, мощности гумусового и пахотного горизонтов) и оптимальной глубине основной обработки.

Таблица 1 – Характеристика почв Красноярского края

Название почвы (тип, под-тип)	Генетические горизонты	Рисунок почвенного профиля	Мощность, см	Гранулометрический состав	Содержание гумуса, %	рН почвенного раствора	Подвижные формы, мг/кг		
							N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Чернозем выщелоченный									
2. Чернозем обыкновенный									

## ЗАДАНИЕ 2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ МЕТОДОМ СУХОГО ПРОСЕИВАНИЯ ПО Н.И.САВВИНОВУ

Под **структурностью почвы** понимается ее способность распадаться на различные по величине, форме, прочности, пористости комочки, называемые агрегатами. Почвенный агрегат – структурная единица почвы, состоящая из связанных друг с другом механических элементов почвы. Структура почвы – физическое строение твердой части и порового пространства почвы, обусловленное размером, формой, количественным соотношением, характером взаимосвязи и расположением, как механических элементов, так и состоящих из них агрегатов (ГОСТ 27593 –89). Структурность почвы является одним из показателей степени ее плодородия и окультуренности. Чем большая часть почвенных частиц агрегатирована в комки, тем выше агрономическая ценность почвы.

**Агрономически-ценными** считаются комковато-зернистые агрегаты размером от 0,25 – 10 мм – макроструктура; агрегаты более 10 мм – глыбистая структура и менее 0,25 мм – микроструктура.

Почва считается комковатой при наличии в ней пыли (частицы менее 0,25 мм) до 35%, распыленной – от 35-75%, сильнораспыленной – более 75% пыли.

Структурная почва в сравнении с бесструктурной обладает хорошей водо- и воздухопроницаемостью, при обработке лучше крошится. Бесструктурная, распыленная почва быстро заплывает и уплотняется, на ее поверхности часто образуется почвенная корка, трудно поддается обработке, плохо крошится и образует глыбы. На такой почве более интенсивно проявляется ветровая и водная эрозия. Различают два свойства почвенных агрегатов: связность и прочность. Связность – способность противостоять механической силе воздействия; прочность – способность противостоять размывающему действию воды или других факторов.

Количество ценных агрегатов, их размеры, прочность и пористость зависят от содержания гумуса в почве, ее гранулометрического состава, от механической обработки и биологических особенностей возделываемых культур. Структурное состояние почвы улучшается

при оптимальном чередовании культур, правильной и своевременной обработке, при внесении удобрений.

Таблица 2 – Оценка структурного состояния почвы

Содержание агрегатов 0,25–10 мм в % к массе почвы		Оценка структурного состояния почвы
воздушно-сухих	водопрочных	
> 80	> 70	Отличное
80–60	70–55	Хорошее
60–40	55–40	Удовлетворительное
40–20	40–20	Неудовлетворительное
< 20	< 20	Плохое

### Ход работы

Приборы и оборудование: колонки сит с диаметром отверстий 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5 и 0,25 мм; совок, электрические весы ВЛТК-500, почвенный образец.

Сухим просеиванием устанавливают общее количество агрегатов различного размера. Для количественной (сухое просеивание) оценки структуры почвы в поле отбирается почвенный образец весом 2 кг. Пробы берут случайным методом с глубины 0–20 см и 20–40 см. Почвенные образцы в лабораторных условиях высушивают до воздушно-сухого состояния, все крупные комки (1–2 см) осторожно разминают руками.

Из общего образца почвы для анализа отбирается средняя проба 0,5 кг, переносится на колонку сит, установленной в такой последовательности 10–7–5–3–2–1–0,5–0,25 мм с поддоном и крышкой. Просеивание осуществляется наклоном сит без встряхивания. Для более полного разделения фракций нижние сита необходимо подвергнуть просеиванию дополнительно.

Убедившись, что на каждом сите остались однородные агрегаты определенного размера, сита одно за другим снимают, фракции агрегатов с каждого сита переносят на бумагу и взвешивают. Определяют содержание каждой фракции в процентах к массе почвы, взятой для просеивания (за 100 % принимается вся навеска – 500г). Фракции не смешивают и не выбрасывают, так как они необходимы для отбора

проб для мокрого просеивания. На поддоне остается фракция менее 0,25 мм (пыль), ее взвешивают для проверки точности опыта (для мокрого просеивания пыль не берут).

Форма записи:

Название почвы.... Место взятия образца..... Дата.....

Данные взвешиваний и расчетов записывают в таблицу 3.

Таблица 3 – Форма записи и расчетов макроагрегатного состава почвы методом сухого просеивания

Размер агрегатов, мм	Масса воздушно-сухих агрегатов, г	Содержание агрегатов, %
Крупнее 10		
10–7		
7–5		
5–3		
3–2		
2–1		
1–0,5		
0,5–0,25		
Менее 0,25		
Всего		

Сумма агрегатов в процентах: 1.Крупнее 10 мм.  
2.Менее 0,25 мм.  
3. От 10 до 0,25 мм.

Подсчитав процентное содержание каждой фракции, находят сумму агрегатов агрономически ценных (10–0,25 мм), определяют соотношение глыб (более 10 мм) и пыли (менее 0,25 мм). После чего определяется коэффициент структурности в процентах.

$$K_{\text{стр}} = \frac{\%(10 - 0,25)}{\% > 10 + < 0,25}$$

Он служит для составления данных при анализе структуры по исследуемым полям.

**Вывод:** дайте оценку структурному состоянию почвы.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое почва? Под влиянием каких факторов она образовалась?
2. Дайте определение термина «плодородие» почв, перечислите его категории, формы и виды.
3. Перечислите основные морфологические признаки почв.
4. Что называется строением почвы?
5. В чем состоит различие между мощностью почвы и мощностью почвенного горизонта?
6. Дайте определение гранулометрического состава почв, его влияние на почвенное плодородие.
7. Как характеризуются почвы по сложению?
8. Как новообразования подразделяются по происхождению, форме и химическому составу?
9. Каково происхождение «включений»?
10. Органическая часть почвы, ее роль в плодородии.
11. Что такое структура почвы? Перечислите ее основные типы.
12. Агрофизические свойства почвы, приемы их регулирования.
13. Агрохимические свойства почвы, приемы их регулирования.
14. Тепловой режим почвы, приемы его регулирования.
15. Воздушный режим почвы, приемы его регулирования.
16. Водно-физические свойства почвы. Методы регулирования водного режима.
17. Основные типы почв земледельческой части Красноярского края.
18. Отличаются ли по плодородию почвы подтаежной и лесостепной зон края?
19. Дайте характеристику черноземов. Приемы повышения плодородия.
20. Дайте характеристику серых лесных почв. Приемы повышения плодородия.
21. Дайте характеристику дерново-подзолистых почв. Приемы повышения плодородия.

22. Дайте характеристику каштановых почв. Приемы повышения плодородия.

23. Дайте характеристику солонцов и солончаков. Приемы повышения плодородия.

24. Какие организации осуществляют контроль состояния плодородия почв?

25. Перечислите основные пути сохранения и воспроизводства плодородия почв?

26. Бонитировка почв, основные этапы, значение.

## КЛАССИФИКАЦИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

**Удобрениями** называют вещества, используемые для питания растений и повышения плодородия почв.

**По химическому составу** все удобрения подразделяют на минеральные и органические.

**По характеру действия** удобрения разделяют на прямые и косвенные.

**Удобрения прямого действия.** Содержат необходимые растениям питательные элементы и оказывают непосредственное влияние на питание сельскохозяйственных культур (азотные, фосфорные, калийные и т. д.)

**Удобрения косвенного действия.** Применяют не для непосредственного улучшения условий питания растений каким-либо элементом, а для улучшения свойств почвы, изменения реакции почвенного раствора и усиления процесса мобилизации, имеющихся в почве запасов питательных веществ (гипс, известковые и бактериальные удобрения).

**В зависимости от происхождения,** способа и места получения удобрения делятся на промышленные и местные.

**Промышленные удобрения** получают в результате размола или химической переработки агроруд на специальных химических заводах, а также синтетические продукты азотной промышленности, побочные продукты химических производств, выпускаемые промышленным способом органические и органо-минеральные удобрения.

**Местные удобрения** получают в местах их использования, в самих хозяйствах или вблизи их (навоз, навозная жижа, птичий помет, сапропель, торф, сидераты, солома, компосты и др.).

**Минеральные удобрения** могут быть как промышленного, так и ископаемого происхождения (фосфоритная мука, известковые удобрения).

В зависимости от того, какие питательные элементы находятся в удобрениях, их подразделяют на две группы. Простые (однокомпонентные) удобрения содержат какой-либо один элемент питания. К ним относятся азотные, фосфорные, калийные удобрения и микроудобрения, содержащие один элемент. Комплексные удобрения включают одновременно не менее двух главных питательных элементов.

Вид минерального удобрения обозначает категорию удобрения, выделяемую по действующему веществу, а форма – их характеристика по химическому составу. Например, азотные удобрения (вид удобрения) выпускают в различных формах (аммиачная селитра, мочеви́на, аммиачная вода и др.).

### ЗАДАНИЕ 3

## ЗНАКОМСТВО С МИНЕРАЛЬНЫМИ И ОРГАНИЧЕСКИМИ УДОБРЕНИЯМИ

Пользуясь наборами минеральных удобрений, справочной литературой, познакомиться с основными свойствами минеральных и органических удобрений и заполнить таблицы 4 и 5. Необходимо дать характеристику **азотных** удобрений (аммиачная селитра, мочевина, сульфат аммония, аммиачная вода), **фосфорных** (суперфосфат простой, двойной, преципитат, фосфоритная мука), **калийных** (хлористый калий, сульфат калия), **сложных** (аммофос, диаммофос), **комбинированных** (нитрофос, нитрофоска, нитроаммофос, нитроаммофоска, карбоаммофос, карбоаммофоска, кристаллин), также привести химический состав органических удобрений (Прил. 19, 20).

Таблица 4 – Характеристика наиболее распространенных минеральных удобрений

Название удобрения	Формула	Действующее вещество, %	Внешний вид		Гигроскопичность, слеживаемость	Растворимость	Влияние на реакцию среды почв
			форма	цвет			

К основным физико-химическим свойствам удобрений относят их влажность, гигроскопичность, сыпучесть, слеживаемость, рассеиваемость, растворимость.

Содержание действующего вещества выражают в процентах массы: в азотных удобрениях в расчете на N, в фосфорных – на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и в калийных – на K<sub>2</sub>O.

Для пересчета дозы удобрения в кг действующего вещества на физические удобрения указываемую дозу N (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) делят на процент содержания действующего вещества в удобрении. Например,

нужно внести 68 кг азота на 1 га в виде аммиачной селитры, так как содержание азота в ней 34%, то количество физического удобрения будет  $70/34 = 2\text{ц/га}$ .

Таблица 5 – Химический состав органических удобрений

Название удобрений	Содержание элементов питания, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Подстилочный навоз КРС			
2. Подстилочный навоз свиной			
3. Подстилочный помет птичий			
4. Навозная жижа			
5. Солома			
6. Сидераты			
7. Сапропель			
8. Торф			

При выращивании зерновых, кормовых, овощных культур и картофеля нужно определить дозы, сроки и способы рационального применения минеральных и органических удобрений.

**Доза удобрения** – его количество, вносимое под сельскохозяйственную культуру за один прием или за весь вегетационный период.

Различают три приема внесения удобрений: **основное** (вносимое до посева), **припосевное** (вносимое во время посева) и **подкормки** (вносимые в период вегетации растений).

**Сроки внесения** удобрений могут быть осенние, весенние и летние в определенные фазы развития растений.

**Способы заделки** удобрений – под плуг, культиватор, борону и др., их используют в зависимости от технической оснащенности хозяйств и агрегатного состояния удобрений (жидкие, твердые – порошковидные, кристаллические, гранулированные).

Эффективность использования удобрений зависит от обоснованности выбора их дозы, вида, формы, сроков и способов применения, свойств почв, климатических и биологических особенностей сельскохозяйственных культур.

## ЗАДАНИЕ 4

### МЕТОДЫ РАСЧЕТА ДОЗ УДОБРЕНИЙ

В рыночных условиях уровень применения минеральных удобрений в хозяйстве определяется экономическими условиями. При разработке системы удобрения в хозяйстве и севооборотах наиболее рациональные дозы удобрений следует устанавливать в зависимости от уровня интенсивности применяемых технологий. При ограниченной обеспеченности удобрениями предпочтительнее доза, позволяющая получить наивысшую оплату единицы удобрения. При более полном удовлетворении потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях основной целью является получение максимально возможного выхода продукции с единицы площади, а также сохранение и воспроизводство плодородия почвы.

В настоящее время разработано много методов расчета доз минеральных удобрений. Среди них полевой опыт является основным методом, используемым для установления оптимальных доз удобрений. На его основе разрабатываются агрохимические параметры, определяющие эффективность средств химизации в земледелии.

#### **а) Определение доз удобрений на основе прямого использования результатов полевых опытов.**

Примерные дозы минеральных удобрений устанавливаются на основании полевых опытов, проводимых научно-исследовательскими учреждениями и агрохимической службой в разных почвенно-климатических зонах края (табл. 6).

Примечание:

Дозы азота приведены для почв с содержанием гумуса более 6 %. При содержании гумуса менее 6 % дозы азотных удобрений увеличивают на 20–30 %.

Расчет доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры проводится по формуле

$$Д = Р \times К,$$

где Д – доза удобрения, кг/га д.в.; Р – примерная доза удобрения, кг/га д.в.

Таблица 6 – Примерные дозы минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры на почвах со средним содержанием питательных веществ, кг/га д.в.

Культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Зерновые:			
яровая пшеница	40	40	40
яровой ячмень	50	40	40
овес	30	30	30
озимая рожь	40	40	40
гречиха	30	40	40
просо	60	60	40
Зернобобовые:			
горох	30	40	40
кормовые бобы	30	30	30
вика	20	30	30
Технические:			
лен-долгунец	20	30	30
конопля	30	30	30
подсолнечник	60	60	60
соя	30	30	30
рыжик	30	40	40
горчица	40	30	30
Картофель и овощи:			
картофель	60	60	60
капуста	60–90	50	50
морковь	40–60	40	40
свекла	30–60	40	40
Кормовые:			
кукуруза з/к, силос	60–90	30–50	60–90
однолетние травы	40	30	30
многолетние злаковые травы	60	60	60
клевер	30	60	60
люцерна	40	60	60
донник	30	60	60
кормовая свекла, турнепс	30	20	30

Таблица 7 – Поправочные коэффициенты к дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия (Державин и др., 2000)

Группировка почв по содержанию подвижного P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> и обменного K <sub>2</sub> O	Озимая пшеница, озимая рожь		Яровые зерновые	Зернобобовые	Лен-долгунец	Пропашные культуры	Овощные культуры	Кукуруза	Сахарная свекла	
	по черному пару	по занятому пару							по удобр. озим. пшенице	по обороту пласта
<b>Фосфорные удобрения</b>										
Очень низкое	1,5	1,2	1,3	1,5	1,4	1,7**	1,7**	1,5**	1,5**	2,0**
Низкое	1,3	1,1	1,2	1,0	1,0	1,4	1,5	1,2	1,2	1,5
Среднее	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0
Повышенное	0,7	0,5	0,8	0,5	0,5	0,6	1,0	0,5	0,8	0,5
Высокое	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,7	0,4	0,5	0,5
Очень высокое	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Калийные удобрения</b>										
Очень низкое	1,5	1,3	1,2	1,5	3,0	1,5	2,0	1,5	1,5	2,0
Низкое	1,2	1,2	1,1	1,3	1,5	1,3	1,5	1,3	1,3	1,5
Среднее	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,2
Повышенное	0,7	0,7	0,6	0,7	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0	1,0
Высокое	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,7	0,8
Очень высокое	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\*Для азотных удобрений K<sub>1</sub>=1 независимо от содержания подвижных форм фосфора и калия в почве.

\*\* Требуется предварительное окультуривание почв.

Таблица 8 – Пересчет доз действующего вещества в физический (натуральный вес)

Содержание питательного вещества в удобрениях, %	Доза питательного вещества (кг на 1 га)									
	10	15	20	30	40	60	80	90	100	120
15,0	0,67	1,00	1,33	2,00	2,67	4,00	5,33	6,00	6,67	8,00
16,0	0,63	0,94	1,25	1,88	2,50	3,75	5,00	5,62	6,25	7,50
17,0	0,59	0,88	1,18	1,76	2,36	3,53	4,71	5,30	5,88	7,06
18,0	0,56	0,83	1,11	1,67	2,22	3,33	4,44	5,00	5,56	6,67
19,0	0,53	0,78	1,05	1,58	2,10	3,16	4,21	4,74	5,26	6,32
20,0	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00	4,50	5,00	6,00
21,0	0,47	0,71	0,95	1,43	1,90	2,86	3,81	4,29	4,71	5,71
22,0	0,45	0,68	0,91	1,36	1,82	2,73	3,64	4,09	4,56	5,45
23,0	0,43	0,65	0,87	1,30	1,74	2,61	3,48	3,91	4,35	5,22
24,0	0,42	0,63	0,83	1,25	1,67	2,50	3,33	3,75	4,17	5,00
25,0	0,40	0,60	0,80	1,20	1,60	2,40	3,20	3,60	4,00	4,80
30,0	0,33	0,50	0,67	1,00	1,33	2,00	2,67	3,00	3,33	4,00
31,0	0,32	0,48	0,65	0,97	1,29	1,94	2,58	2,90	3,23	3,87
32,0	0,31	0,47	0,63	0,94	1,25	1,88	2,50	2,81	3,13	3,75
33,0	0,30	0,45	0,61	0,91	1,21	1,82	2,42	2,73	3,03	3,64
34,0	0,29	0,44	0,59	0,88	1,17	1,75	2,35	2,65	2,94	3,53
35,0	0,29	0,43	0,57	0,86	1,14	1,71	2,29	2,57	2,86	3,43
40,0	0,23	0,37	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,25	2,50	3,00
41,0	0,23	0,37	0,49	0,73	0,98	1,47	1,96	2,20	2,44	2,93
42,0	0,22	0,36	0,48	0,71	0,95	1,43	1,91	2,14	2,38	2,86
43,0	0,22	0,35	0,47	0,70	0,93	1,40	1,86	2,09	2,33	2,79
44,0	0,22	0,34	0,45	0,68	0,91	1,36	1,82	2,05	2,27	2,73
45,0	0,22	0,33	0,44	0,66	0,88	1,33	1,78	2,00	2,22	2,68
45,5	0,22	0,33	0,44	0,66	0,88	1,32	1,75	1,97	2,19	2,63
46,0	0,22	0,33	0,43	0,65	0,87	1,30	1,74	1,96	2,17	2,61
47,0	0,21	0,32	0,43	0,64	0,85	1,20	1,70	1,92	2,13	2,55
48,0	0,21	0,31	0,42	0,63	0,83	1,25	1,67	1,88	2,08	2,50
58,0	0,17	0,26	0,34	0,52	0,69	1,03	1,38	1,55	1,72	2,07
59,0	0,17	0,25	0,34	0,51	0,68	1,02	1,36	1,53	1,69	2,03
60,0	0,17	0,25	0,33	0,50	0,67	1,00	1,33	1,50	1,67	2,00

К – поправочные коэффициенты к дозам удобрений, которые определяются на основании обобщения результатов полевых опытов (табл. 7).

Например, необходимо рассчитать дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений под яровую пшеницу.

По агрохимическим картограммам, содержание  $P_2O_5$  в почве соответствует третьей группе,  $K_2O$  – четвертой (Прил. 4,5). Содержание  $N - NO_3$  по результатам осеннего отбора смешанных образцов почв составляет 7 мг/кг, что соответствует второй группе обеспеченности (Прил. 3). На почвах с содержанием гумуса менее 6 % дозу азотных удобрений увеличивают на 20–30 %.

$$D_N = 40 * 1 = 40 \text{ кг};$$

$$D_{P_2O_5} = 40 * 1 = 40 \text{ кг};$$

$$D_{K_2O} = 40 * 0,6 = 24 \text{ кг}.$$

Дозу минеральных удобрений в физическом весе определяют по таблице 8. Под яровую пшеницу при использовании аммиачной селитры ( $N=34\%$ ) доза азота будет равна – 1,17ц/га.

При выращивании культур используют весь ассортимент минеральных удобрений, поступающих в агропромышленный комплекс края (Прил. 20).

В почвах земледельческой части края наблюдается непромывной водный режим, поэтому минеральные удобрения рекомендуется вносить как весной, так и осенью. Вымывание азота при осеннем внесении возможно только на почвах легкого гранулометрического состава в подтаежной зоне края и на орошаемых землях. Из-за внутрипочвенного бокового стока азотные удобрения нецелесообразно вносить осенью на склоновых землях. Гранулированные удобрения необходимо вносить локальным способом, негранулированные – разбросным с последующей заделкой в почву (Прил. 21).

#### **б) Определение доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры на планируемый урожай.**

Для определения доз удобрений под культуры можно использовать «Нормативы для определения потребности сельского хозяйства в минеральных удобрениях», разработанные для Восточной Сибири научно-исследовательскими учреждениями и агрохимической службой (табл. 9). Нормативы показывают, сколько необходимо питатель-

ных веществ удобрений на один центнер основной продукции той или иной сельскохозяйственной культуры.

Таблица 9 – Нормативы затрат минеральных удобрений на 1 ц основной продукции, кг/га д.в. (Рекомендации,1987)

Но ме р п/п	Культура	Питательное вещество, кг д.в./ц			Соотношение NPK
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1	Рожь озимая	2,4	2,7	1,6	1:1:0,7
2	Пшеница (лесостепь)	4,0	3,5	2,7	1:0,9:0,7
3	Ячмень	2,9	2,4	2,0	1:0,8:0,7
4	Овес	2,8	2,2	2,1	1:0,8:0,7
5	Просо	2,2	2,1	1,4	1:0,9:0,7
6	Горох	1,9	3,0	2,3	1:1,6:1,2
7	Гречиха	2,8	3,1	3,1	1:1,1:1,1
8	Картофель <sup>+</sup>	0,39	0,47	0,42	1:1,2:1,1
9	Кукуруза, подсолнечник (зеленая.масса)	0,42	0,25	0,29	1:0,6:0,7
10	Рожь, сурепица (корм)	0,30	0,25	0,28	1:0,8:0,9
11	Корнеплоды	0,22	0,22	0,28	1:1,0:1,3
12	Многолетние травы (се- но)*	2,7	1,9	1,9	1:0,7:0,7
13	Однолетние травы	2,5	1,5	1,5	1:0,6:0,6
14	Капуста	0,32	0,24	0,31	1:0,8:1,0
15	Огурцы <sup>+</sup>	0,38	0,31	0,31	1:0,8:0,8
16	Морковь	0,19	0,20	0,30	1:1,0:1,6
17	Свекла столовая	0,27	0,21	0,24	1:0,8:0,9
18	Томаты**	0,24	0,26	0,19	1:1,1:0,8
19	Лук-перо <sup>+</sup>	0,45	0,25	0,60	1:0,6:1,3
20	Лук-репка <sup>+</sup>	0,37	0,20	0,38	1:0,5:1,0
21	Лук севок <sup>+</sup>	0,40	0,50	0,40	1:1,2:1,0
22	Чеснок	0,66	1,33	0,66	1:2,0:1,0
23	Редис	0,33	0,20	0,46	1:0,6:1,5
24	Сенокосы естественные	4,8	2,9	2,9	1:0,6:0,6

\* злаковые травы;

\*\* средние нормативы по РФ;

<sup>+</sup> средние по Западной Сибири.

Таблица 10 – Поправочные коэффициенты для определения доз удобрений в зависимости от содержания питательных веществ в почве на разный уровень урожая

		Планируемый уровень урожая, ц/га					
		Зерновые, многолетние травы (сено)					
		15	20	25	30	35	40
		Пропашные, картофель, рапс, огурцы					
		100	150	200	250	300	350
		Капуста					
		300	400	500	600	700	800
		Столовая свекла					
		200	250	300	350	400	450
		Морковь					
300	350	400	450	500	550		
Номер п/п	Содержание N – NO <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O в почве	Лук, чеснок, редис					
		50	75	100	125	150	175
Коэффициенты для зерновых, пропашных, трав							
1	Очень низкое	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2	Низкое	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
3	Среднее	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
4	Повышенное	0,0	0,2	0,2	0,35	0,4	0,4
5	Высокое	0	0	0	0,15	0,2	0,2
6	Очень высокое	0	0	0	0	0,1	0,1
Коэффициенты для овощей и корнеплодов							
1	Очень низкое	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
2	Низкое	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5
3	Среднее	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Повышенное	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5	Высокое	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
6	Очень высокое	0	0,2	0,2	0,35	0,4	0,4

Расчет дозы удобрения проводится по формуле

$$D = U_p * N * K,$$

где  $D$  – доза  $N$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  на планируемый урожай, кг/га действующего вещества;  $Уп$  – планируемый урожай, ц/га;  $N$  – норматив затрат удобрений на единицу продукции данной культуры, кг д.в.;  $K$  – поправочный коэффициент на содержание питательного вещества в почве (табл. 10).

Например, необходимо рассчитать дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений под кукурузу, урожай которой планируется на данном поле 250 ц/га. По агрохимическим картограммам в почве содержание  $P_2O_5$  соответствует третьей группе,  $K_2O$  – четвертой. Содержание  $N - NO_3$ , по результатам осеннего отбора смешанных почвенных образцов, составляет 9 мг/кг, что соответствует третьей группе обеспеченности.

Решение: на 1 ц зеленой массы кукурузы расходуется 0,42 кг азота, 0,25 кг фосфора и 0,29 кг калия. Поправочные коэффициенты на данный уровень урожая для третьего класса (для азота и фосфора) составляет 0,6, для четвертого ( $K_2O$ ) – 0,35.

$$D_N = 250 \times 0,42 \times 0,6 = 63 \text{ кг};$$

$$D_{P_2O_5} = 250 \times 0,25 \times 0,6 = 38 \text{ кг};$$

$$D_{K_2O} = 250 \times 0,29 \times 0,35 = 25 \text{ кг}.$$

**Задание 1.** Рассчитайте дозы удобрений для получения урожая зерна яровой пшеницы 22 ц/га (35 ц/га) двумя методами. Условия: зона Красноярской лесостепи, почвы – чернозем выщелоченный, содержание нитратного азота – 17 мг/кг почвы, подвижных фосфатов по методу Чирикова – 140 мг/кг, обменного калия – 100 мг/кг, предшественник – чистый пар

**Задание 2.** Рассчитайте дозы удобрений для получения урожая зерна ячменя 24 ц/га (36 ц/га) двумя методами. Условия: зона Канской лесостепи, почвы – чернозем обыкновенный, содержание нитратного азота – 10 мг/кг почвы, подвижных фосфатов по методу Чирикова – 110 мг/кг, обменного калия – 100 мг/кг, предшественник – яровая пшеница.

**Задание 3.** Рассчитайте дозы удобрений для получения урожая зерна озимой ржи 28 ц/га (40 ц/га) двумя методами. Условия: зона Ачинско-Боготольской лесостепи, почвы – чернозем выщелоченный, содержание нитратного азота 15 мг/кг почвы, подвижных фосфатов

по методу Чирикова 80 мг/кг, обменного калия 90 мг/кг, предшественник – многолетние бобовые травы.

**Задание 4.** Рассчитайте дозы удобрений для получения урожая зеленой массы кукурузы 130 ц/га (200 ц/га) двумя методами. Условия: зона Минусинской лесостепи, почвы – чернозем обыкновенный, содержание нитратного азота – 7 мг/кг почвы, подвижных фосфатов по методу Чирикова – 140 мг/кг, обменного калия – 100 мг/кг, предшественник – овес.

**Задание 5.** Рассчитайте дозы удобрений для получения урожая клубней картофеля 100 ц/га (180 ц/га) двумя методами. Условия: зона Канской лесостепи, почвы – чернозем выщелоченный, содержание нитратного азота – 11 мг/кг почвы, подвижных фосфатов по методу Чирикова – 130 мг/кг, обменного калия – 95 мг/кг, предшественник – однолетние бобовые травы.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Как классифицируют удобрения?
2. Каковы состав, свойства и условия применения азотных удобрений?
3. Что такое суперфосфат, преципитат, фосфорная мука, каков их состав, свойства и применение?
4. Каков ассортимент промышленных калийных удобрений?
5. Перечислите основные микроудобрения, в каких дозах и под какие культуры их вносят?
6. Как классифицируются комплексные удобрения?
7. Что Вы знаете о дозах и способах внесения удобрений?
8. Перечислите основные органические удобрения. Какие условия и способы применения этих удобрений наиболее эффективны?
9. Какие виды компостов применяют для удобрений?
10. Как используется на удобрение солома и сидераты?
11. Какие нетрадиционные органические удобрения можно использовать в сельскохозяйственном производстве, и какие экологические ограничения должны выполняться в случае их применения?
12. Каковы основные свойства навоза, навозной жижи, птичьего помета, применяемых в качестве удобрений?
13. Перечислите методы расчета доз удобрений.

## ЗАДАНИЕ 5

### СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ. ОСНОВНЫЕ БЛОКИ И ЗВЕНЬЯ

Современная система земледелия как единое целое состоит из взаимосвязанных подсистем (блоков, звеньев, частей).

Согласно ГОСТу система земледелия – это единый научно обоснованный комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных, почвозащитных и организационно-экономических мероприятий, направленных на эффективное использование земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений с целью получения устойчивых, высоких урожаев сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почвы.

Она состоит из четырёх основных подсистем (блоков):

1. Агротехнический.
2. Мелиоративный.
3. Экологический.
4. Организационно-экономический.

Целью агротехнического и мелиоративного блоков является обеспечение воспроизводства почвенного плодородия.

Цель экологического блока: создание благоприятной природной обстановки.

Цель организационно-экономического блока: создание максимально эффективных форм организации и оплаты труда.

Основные блоки системы земледелия включают разнообразные звенья.

В агротехнический блок входят:

1. Организация территории и севооборотов.
2. Научно обоснованная система обработки почвы.
3. Научно обоснованная система применения удобрений.
4. Интегрированная система защиты растений.
5. Семеноводство.

В мелиоративный блок входят:

1. Химическая мелиорация.

2. Водная мелиорация.
3. Лесомелиорация.
4. Культурнотехнические мероприятия.

В экологический блок входят:

1. Мониторинг плодородия и качества продукции.
2. Контроль качества урожая.
3. Природоохранные мероприятия.
4. Экологическая оценка.

В организационно-экономический блок входят:

1. Форма собственности.
2. Организация труда и управления.
3. Материальное стимулирование.
4. Финансирование.

Роль каждого блока и звена в различных условиях неодинакова.

В пределах каждого звена могут применяться разнообразные мероприятия – агротехнические, мелиоративные, почвозащитные (природоохранные) и организационно-экономические в зависимости от того, какие задачи должны быть решены в конкретных природных условиях. Комплексное воздействие блоков и звеньев системы земледелия обеспечивает наибольший агрономический эффект.

Основными признаками всех систем земледелия, как ранее существовавших, так и существующих в настоящее время, являются способы использования земли, способы поддержания и повышения плодородия почвы.

**Способ использования земли** выражается в соотношении земельных угодий и структуре посевных площадей, а **способ повышения эффективного плодородия почвы** – в комплексе агротехнических и мелиоративных мероприятий в соответствии с возделываемыми культурами.

В настоящее время применяются и разрабатываются следующие **современные системы земледелия**:

а) **почвозащитные** – зернопаровая, зернопаропропашная, зернопропашная, зернотравяная, плодосменная, травопольная, пропашная (промышленно-заводская) и другие;

б) **агрolandшафтные** – контурно-мелиоративная, адаптивно-ландшафтная, ландшафтная (природоохранная) и др.;

в) **альтернативные** – органическая, биологическая, биодинамическая, органо-биологическая, эколого-биологическая, залежная, вольная.

Система земледелия должна соответствовать общественным потребностям, агроэкологическим требованиям сельскохозяйственных культур, природным условиям, уровню интенсификации производства, хозяйственному укладу, а также требованиям минимального риска загрязнения продукции и окружающей среды.

**Задание:** проработать контрольные вопросы по учебнику и подготовиться к их обсуждению.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. История развития учения о системах земледелия. Основные признаки классификации систем земледелия. Типы и виды систем земледелия (примитивные, экстенсивные, переходные, интенсивные).

2. Современные системы земледелия. Теоретические основы адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Основные блоки и звенья систем земледелия.

3. Особенности почвозащитных систем земледелия в степных районах.

4. Особенности почвозащитных систем земледелия на склоновых землях.

5. Особенности плодосменных систем земледелия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Бекетов, А.Д. Земледелие Восточной Сибири: учеб. пособие/А.Д. Бекетов, В.К. Ивченко, Т.А. Бекетова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 375 с.
2. Бекетов, А.Д. Методология разработки, внедрения и освоения современных систем земледелия / А.Д. Бекетов, О.А. Бекетова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 196 с.
3. Волошин, Е.И. Применение местных удобрений и мелиорантов в земледелии Красноярского края: учебное пособие /Е.И. Волошин; Краснояр. гос. аграр. ун-т – Красноярск, 2007. – 112 с.
4. Волошин, Е.И. Эколого-агрохимическое состояние почв Красноярского края: учеб. пособие /Е.И.Волошин; Краснояр. гос. аграр. ун-т – Красноярск, 2010. – 128 с.

### Дополнительная литература

1. Бугаков, П.С. Почвы Красноярского края / П.С. Бугаков, С.М. Горбачева, В.В. Чупрова. – Красноярск: Краснояр. книж. изд-во, 1981. – 127 с.
2. Бугаков, П.С. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края / П.С. Бугаков, В.В. Чупрова; Краснояр. гос. аграр. ун-т – Красноярск, 1995. – 176 с.
3. Крупкин, П.И. Черноземы Красноярского края/П.И. Крупкин. – Красноярск: Изд-во КГУ, 2002. – 332 с.
4. Рекомендации по определению доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры на планируемый урожай /П.И. Крупкин, И.Я. Кильби. – Красноярск, 1987. – 24 с.
5. Рудой, Н.Г. Агрохимия почв Средней Сибири / Н.Г. Рудой. – Красноярск: Изд-во КГУ, 2004.
6. Танделов, Ю.П. Плодородие почв и эффективность удобрений в Средней Сибири / Ю.П.Танделов. – Красноярск, 2012. – 302 с.
7. Танделов, Ю.П. Плодородие кислых почв земледельческой территории Красноярского края/ Ю.П. Танделов. – Красноярск, 2012. – 161 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение 1*

Структура почвенного покрова распаханых массивов в разных природных зонах и округа  
Красноярского края (Крупкин, 2002)

Но мер п/п	Почва		Зона под- тай- ги	Лесостепная зона, округа						Лесо- степная зона, всего	Степь	Всего по краю
				Кан- ский	Ачин- ско- Бого- толь- ский	Красно- ярский	Наза- ровс- кий	Чулы- мо- Ени- сей- ский	Южно- Мину- синс- кий			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Дерново- подзолистые	% тыс. га	19,12 169,8			0,43 1,0				0,04 1,0		5,41 170,8
2	Дерново- карбонатные и выщелоченные	% тыс. га	19,69 174,8									5,54 174,8
3	Светло-серые	% тыс. га	0,85 16,4		0,02 0,02				0,01 0,04	0,03 0,06		0,52 16,46
4	Серые	% тыс. га	20,64 183,2	32,4	1,55 1,4	3,88 9,0	1,25 3,4	0,22 1,0	1,48 5,7	2,40 52,9		7,48 236,1
5	Темно-серые	% тыс. га	20,16 179,0	19,28 150,9	9,1 8,0	15,43 35,8	5,03 13,8	1,79 8,1	3,02 11,7	10,3 228,3		12,89 407,3
	Всего серых лесных	% тыс. га	42,65 378,6		10,67 9,4	19,31 44,8	6,28 17,2	2,01 9,1	4,51 17,5	12,7 281,3		20,89 659,9
6	Черноземы оподзоленные	% тыс. га	5,08 45,1	8,85 69,3	13,93 12,3	3,52 8,2	4,55 12,5	1,8 8,2	5,48 21,3	5,9 131,8		5,60 176,9
7	Черноземы выщелоченные	% тыс. га	6,92 61,4	41,41 324,0	56,13 49,6	38,92 90,2	64,1 176,4	26,61 120,5	58,11 225,5	44,5 986,2	10,18 5,4	33,33 1053,0

36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	Черноземы обыкновенные	% тыс. а		17,62 137,9	4,42 3,9	26,83 62,2	19,80 54,6	59,05 267,4	24,75 96,0	28,00 622,0	46,92 25,1	20,48 647,1
9	Черноземы карбонатные	% тыс. га				0,01 0,02	2,06 5,7	7,42 33,5	1,30 5,0	2,00 43,5	6,50 3,5	1,49 47,0
10	Черноземы южные	% тыс. га								0,03 0,7	35,93 19,2	0,63 19,9
11	Черноземы со- лонцеватые	% тыс. га	0,18 1,6	0,44 3,4		0,11 0,2		0,58 2,7	0,08 0,3	0,30 6,6	0,47 0,2	0,27 8,4
	Всего черно- земов	% тыс. га	12,18 108,1	68,32 534,6	74,48 65,8	69,39 160,8	90,51 249,2	95,46 432,3	89,72 348,1	80,7 1790,8	100 53,4	61,8 1952,3
12	Солонцы + со- лончаки	% тыс. га							0,01 0,04	0,002 0,04		0,001 0,04
13	Луговые	% тыс. га	2,57 22,8	5,36 41,9	12,3 10,9	6,58 15,2	2,95 8,1	1,44 6,5	2,33 9,0	4,10 90,2		3,58 113,0
14	Болотные	% тыс. га	1,57 14,0	0,13 1,0	0,20 0,2	0,46 1,0		0,30 1,4	0,12 0,5	0,20 4,1		0,58 18,1
15	Пойменные	% тыс. га	2,05 18,3	2,64 20,7	2,35 2,0	3,16 7,3	0,14 0,4	0,60 2,7	2,96 11,5	2,00 44,6		1,99 62,9
16	Прочие	% тыс. га	0,17 1,5	0,13 1,0		0,67 1,6	0,12 0,3	0,19 0,9	0,35 1,4	0,20 5,2		0,21 6,7
	Всего	% тыс. га	100 887,8	100 782,5	100 88,3	100 231,7	100 275,2	100 452,9	100 388,0	100 2218,6	100 53,4	100 3159
	От общей площади паш- ни края, %		28,1	24,8	2,8	7,3	8,7	14,3	12,3	70,2	1,7	100

Характеристика черноземов

Подтип	Генетические горизонты	Гумусовый слой		окраска	Структура	Новообразования. наличие карбонатов	Глубина вскипания	Другие признаки
		мощность						
		А	АВ					
Оподзоленный	A <sub>1</sub> – A <sub>2</sub> В – В – С	45–60	75–90	Темно-серая до черного	Комковато-зернистая (целина), комковато-ореховатая	Карбонаты в форме прожилок и вкраплений, внизу в мучнистой форме	В нижней части горизонта В, на глубине 100-120 см, иногда вскипания нет	В нижней части гумусового слоя кремнеземистая присыпка (белесая)
Выщелоченный	А – АВ <sub>к</sub> – В – С <sub>к</sub>	30–45	75–90	Темно-серая	Зернисто-комковатая или комковато-пылеватая	В виде псевдомицелия или мучнистой форме	В нижней части В	
Обыкновенный	А – АВ <sub>к</sub> – В <sub>к</sub> – С <sub>к</sub>	30–40	60–70	Темно-серая	Зернистая или комковато-зернистая	В форме белоглазки, редко псевдомицелия	В нижней части горизонта АВ	
Южный	А – АВ <sub>к</sub> – В <sub>к</sub> – С <sub>к</sub>	20–30	До 50	Темно-серая с коричневым оттенком	Преимущественно комковатая	В основном в мучнистой форме, белоглазки, выцветов	В гумусовом горизонте или с поверхности	

Характеристика серых лесных почв

Подтип	Генетические горизонты	Горизонт А <sub>1</sub>		Характер горизонта А <sub>2</sub>	Горизонт В	
		окраска	мощность		структура	присыпка по граням структурных отдельностей
Темно-серая	A <sub>1</sub> -A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> -B-C	Темно-серая	> 25	не выражен	Ореховатая, в нижней части мелкопризматическая	Мало в нижней части А <sub>1</sub> и А <sub>1</sub> A <sub>2</sub>
Серая	A <sub>1</sub> -A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> -B-C	Серая	до 25	Выражен языками в верхней части горизонта В с обильной присыпкой SiO <sub>2</sub> по граням мелко-ореховатых отдельностей	Ореховатая, в нижней части призматическая	Значительная в А <sub>1</sub> и А <sub>1</sub> A <sub>2</sub>
Светло-серая	A <sub>1</sub> -A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> -A <sub>2</sub> B-B-C	Светло-серая	10-20	Выражен хорошо, листовато-пластинчатой структуры распадается на мелкие решки с обильной присыпкой SiO <sub>2</sub>	Ореховатая в В <sub>1</sub> , мелкопризматическая в В <sub>2</sub>	Много в А <sub>1</sub> , А <sub>1</sub> A <sub>2</sub> и А <sub>2</sub> B

Характеристика подзолистых почв

Подтип	Генетические горизонты	Мощность, см		Характерные признаки горизонтов	
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	B
Дерново-подзолистые	A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub> -A <sub>2</sub> B-B-C	0-20	5-25	По глубине нижней границы подзолистого горизонта: поверхностно-подзолистые (A <sub>2</sub> < 10 см); мелкоподзолистые (A <sub>2</sub> 10-20 см); глубокоподзолистые (A <sub>2</sub> > 30 см)	Слабо выражен с хорошо заметной ореховато-призматической структурой и вымытой формой гумусовых веществ
Подзолистые	A <sub>0</sub> -A <sub>1</sub> -A <sub>2</sub> -B-C	нет	Более 25	A <sub>2</sub> очень ярко выражен. По глубине нижней границы подзолистого горизонта: поверхностно-подзолистые (A <sub>2</sub> < 5 см); мелкоподзолистые (A <sub>2</sub> 5-20 см); неглубокоподзолистые (A <sub>2</sub> 20-30 см); глубокоподзолистые (A <sub>2</sub> > 30 см);	Очень сильно уплотнен. Обильная белесая присыпка в верхней части

Классификация почв по гранулометрическому составу

Наименование почв по гран- составу	Содержание физической глины (частиц менее 0,01 мм), %
Почвы подзолистого типа	
Глинистые	> 50
Тяжелосуглинистые	40–50
Среднесуглинистые	30–40
Легкосуглинистые	20–30
Супесчаные	10–20
Песчаные	< 10
Почвы степного типа	
Глинистые	> 60
Тяжелосуглинистые	45–60
Среднесуглинистые	30–45
Легкосуглинистые	20–30
Супесчаные	10–20
Песчаные	< 10
Солонцовые почвы, солонцы, солончаки	
Глинистые	>40
Тяжелосуглинистые	30–40
Среднесуглинистые	20–30
Легкосуглинистые	15–20
Супесчаные	10С15
Песчаные	< 10

Приложение 6

Группировка почв края по содержанию гумуса

Группа	Содержание гумуса	Гумус, %	Оценка плодородия
1	Очень низкое	< 2	Низкое
2	Низкое	2,1–4,0	
3	Среднее	4,1–6,0	Среднее
4	Повышенное	6,1–8,0	
5	Высокое	8,1–10,0	Высокое
6	Очень высокое	> 10,0	

Приложение 7

Группировка почв по степени кислотности (pH<sub>KCl</sub>)

Группа	Степень кислотности	pH <sub>KCl</sub>	Оценка плодородия
1	Очень сильнокислые	< 4,0	Низкое
2	Сильнокислые	4,1–4,5	
3	Среднекислые	4,6–5,0	Среднее
4	Слабокислые	5,1–5,5	
5	Близкие к нейтральным	5,6–6,0	Высокое
6	Нейтральные	> 6,0	

Приложение 8

Группировка почв по содержанию нитратного азота

Группа	Содержание нитратного азота	N–NO <sub>3</sub> , мг/кг	Оценка плодородия	Потребность в удобрениях
1	Очень низкое	< 4,0	Низкое	Высокая
2	Низкое	4,1–8,0		
3	Среднее	8,1 – 12,0	Среднее	Средняя
4	Повышенное	12,1 – 16,0		
5	Высокое	16,1 – 20,0	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	> 20,1		

## Группировка почв края по содержанию подвижного фосфора

Группа	Содержание подвижного фосфора	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы			Оценка плодородия	Потребность в удобрениях
		метод Чирикова	Метод Кирсанова	метод Мачигина		
Для почв степного типа Ачинско-Боготольской, Чулымо-Енисейской, Канской, Красноярской лесостепи						
1	Очень низкое	< 25	—	—	Низкое	Высокая
2	Низкое	26–50	—	—		
3	Среднее	51–100	—	—	Среднее	Средняя
4	Повышенное	101–150	—	—		
5	Высокое	151–200	—	—	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	> 200	—	—		
Для почв степного типа Минусинской лесостепи						
1	Очень низкое	< 100	—	—	Низкое	Высокая
2	Низкое	101–150	—	—		
3	Среднее	151–200	—	—	Среднее	Средняя
4	Повышенное	201–250	—	—		
5	Высокое	251–300	—	—	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	> 300	—	—		
Для почв подзолистого типа всех зон края						
1	Очень низкое	—	< 50	—	Низкое	Высокая
2	Низкое	—	51–100	—		
3	Среднее	—	101–150	—	Среднее	Средняя
4	Совышенное	—	151–200	—		
5	Высокое	—	201–250	—	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	—	> 250	—		
Для карбонатных почв всех зон края						
1	Очень низкое	—	—	<10	Низкое	Высокая
2	Низкое	—	—	11–20		
3	Среднее	—	—	21–30	Среднее	Средняя
4	Повышенное	—	—	31–45		
5	Высокое	—	—	46–60	высокое	Низкая
6	Очень высокое	—	—	>60		

Группировка почв края по содержанию обменного калия

Группа	Содержание обменного калия	K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы			Оценка плодородия	Потребность в удобрениях
		метод Чирикова	метод Кирсанова	метод Мачигина		
Для почв степного типа всех зон края						
1	Очень низкое	< 50	—	—	Низкое	Высокая
2	Низкое	51–70	—	—		
3	Среднее	71–90	—	—	Среднее	Средняя
4	Повышенное	91–110	—	—		
5	Высокое	111–150	—	—	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	> 150	—	—		
Для почв подзолистого типа всех зон края						
1	Очень низкое	—	< 50	—	Низкое	Высокая
2	Низкое	—	51–100	—		
3	Среднее	—	101–150	—	Среднее	Средняя
4	Повышенное	—	151–200	—		
5	Высокое	—	201–300	—	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	—	> 300	—		
Для карбонатных почв всех зон края						
1	Очень низкое	—	—	< 100	Низкое	Высокая
2	Низкое	—	—	101–200		
3	Среднее	—	—	201–300	Среднее	Средняя
4	Повышенное	—	—	301–400		
5	Высокое	—	—	401–600	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	—	—	>600		

Группировка почв по содержанию микроэлементов  
(подвижная форма)

Элемент	Обеспеченность		
	низкая	средняя	высокая
Бор	< 0,33	0,34–0,70	>0,70
Молибден	<0,10	0,11–0,22	>0,22
Цинк	<2,0	2,1–5,0	>5,0
Медь	<1,5	1,6–3,3	>3,3
Марганец	<10,0	10,1–20,0	>20,0
Кобальт	<1,0	1,1–2,3	>2,3

## Гумусное состояние пахотных почв Красноярского края

Район	Обследованная площадь, тыс.га	Содержание гумуса, % от обследованной площади			Средне-взвешенное значение, %
		низкое	среднее	высокое	
1	2	3	4	5	6
Абанский	104,56	33,9	63,7	2,4	4,8
Ачинский	60,63	7,6	73,8	18,6	6,4
Балахтинский	143,20	0,6	15,2	84,2	9,5
Березовский	26,05	28,3	63,0	8,7	5,4
Бирилюсский	46,35	10,7	84,7	4,6	5,4
Боготольский	81,92	2,0	58,0	40,0	7,4
Богучанский	9,47	56,3	32,7	11,0	4,4
Б.-Муртинский	63,00	11,3	78,1	10,6	5,9
Б.-Улуйский	36,41	13,9	72,5	13,6	5,8
Дзержинский	87,27	54,2	42,4	3,4	4,2
Емельяновский	90,76	13,6	58,7	27,7	6,7
Енисейский	29,12	45,5	51,0	3,5	4,4
Ермаковский	44,10	18,1	47,4	34,5	6,8
Идринский	72,40	0,8	27,5	71,7	8,8
Иланский	63,77	33,4	52,0	14,6	5,3
Ирбейский	103,71	15,9	52,2	31,9	6,7
Казачинский	43,14	31,0	68,0	1,0	4,6
Канский	158,57	22,9	64,1	13,0	5,7
Каратузский	65,60	7,9	62,6	29,5	7,1
Кежемский	10,81	87,1	12,9	—	2,8
Козульский	34,97	15,4	79,5	5,1	5,4
Краснотуранский	112,80	5,4	57,6	37,0	7,3
Курагинский	86,50	12,4	42,5	45,1	7,3
Манский	31,80	5,3	61,9	32,8	7,1
Минусинский	111,60	32,3	63,6	4,1	4,9
Назаровский	204,80	0,2	20,0	79,8	9,0
Н.-Ингашский	62,37	41,7	56,6	1,7	4,6
Новоселовский	104,15	5,8	48,2	46,0	7,9
Партизанский	50,57	14,7	58,2	27,1	6,5
Пировский	43,11	43,5	55,8	0,7	4,2
Рыбинский	121,79	20,4	60,0	19,6	6,1
Саянский	77,08	13,4	50,2	36,4	6,9
Сухобузимский	90,07	6,3	63,5	30,2	7,0
Тюхтетский	48,10	26,7	67,7	8,6	5,2

Окончание прил. 12

1	2	3	4	5	6
Тасеевский	58,85	43,4	54,1	2,5	4,4
Ужурский	202,34	0,4	55,0	44,6	7,8
Уярский	67,85	6,2	76,5	17,3	6,4
Шарыповский	122,39	4,3	39,7	56,0	8,1
Шушенский	52,80	47,3	44,1	8,6	4,5
По краю	3024,78	162	52,6	31,2	6,5

Группировка почв сельскохозяйственных угодий по степени кислотности,  
% от обследованной площади

Район	Обсле- до- ванная пло- щадь, тыс.га	Степень кислотности, рН <sub>КСІ</sub>						Сре- дне - взв е- ше- ен- ное рН <sub>к</sub> сі
		силь- но- кис- лые, до 4,5	сред- не- кис- лые, 4,6- 5,0	слабо- кис- лые, 5,1-5,5	близ- кие к нейт- раль- ным 5,6- 6,0	нейт - раль- ные 6,1- 7,0	ще- лоч - ные , >7, 0	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абанский	111,5	0,1	0,6	14,0	28,3	57,0	—	6,1
Ачинский	69,5	1,2	18,5	40,2	25,9	14,2	—	5,5
Балахтинский	151,2	0,6	4,6	21,0	34,2	39,6	—	6,0
Бирилюсский	46,4	18,5	57,7	21,0	2,7	0,1	—	4,8
Б.- Муртинский	73,9	2,7	27,6	22,5	25,4	21,8	—	5,5
Березовский	25,4	—	2,5	14,4	10,2	72,9	—	6,2
Боготольский	91,3	0,3	20,2	55,9	21,1	2,5	—	5,3
Б.-Улуйский	53,9	4,6	56,4	34,3	3,9	0,8	—	5,0
Дзержинский	90,4	—	—	0,3	12,1	87,6	—	6,4
Емельянов- ский	89,2	1,6	2,9	18,1	29,3	48,1	—	6,0
Енисейский	29,1	61,4	24,2	9,6	1,9	2,9	—	4,6
Ермаковский	43,5	2,1	25,1	36,1	17,7	6,4	12,6	5,5
Идринский	68,2	—	0,6	7,9	19,6	60,0	11,9	6,3
Иланский	64,8	05	7,3	10,2	12,7	69,3	—	6,1
Ирбейский	117,9	1,5	7,6	9,8	27,9	53,2	—	6,3
Казачинский	48,2	15,0	53,0	21,2	7,8	3,0	—	5,0
Канский	161,8	—	—	—	2,6	97,4	—	6,5
Каратузский	68,8	4,6	19,3	18,6	30,1	24,7	2,7	5,6
Козульский	35,0	2,2	72,0	24,9	0,8	0,1	—	4,9
Краснотуран- ский	98,6	—	0,2	4,3	20,9	66,6	8,0	6,3
Курагинский	91,4	—	9,4	4,3	26,0	45,7	14,6	6,1
Манский	43,9	2,5	37,0	53,2	5,6	1,7	—	5,1
Минусинский	120,1	—	—	0,2	14,6	53,0	32,2	6,4

## Окончание прил. 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Назаровский	204,3	0,2	5,7	44,4	37,0	12,7	–	5,6
Н.-Ингашский	77,1	3,5	19,2	50,1	27,2	–	–	5,9
Новоселовский	107,2	–	–	0,8	24,6	74,6	–	6,3
Партизанский	60,9	–	2,8	32,5	36,0	28,7	–	5,8
Пировский	43,1	25,4	74,1	0,5	–	–	–	4,7
Рыбинский	114,3	–	0,1	1,3	23,0	75,6	–	6,3
Саянский	81,7	0,1	7,3	31,8	38,7	22,1	–	5,7
Сухобузимский	97,9	–	1,0	14,0	39,8	45,2	–	6,0
Тасеевский	64,5	–	0,5	20,5	58,8	20,2	–	6,0
Тюхтетский	48,1	32,4	47,9	17,5	1,9	0,3	–	4,7
Ужурский	201,6	–	0,1	6,2	20,1	73,6	–	6,3
Уярский	77,6	0,1	2,2	22,0	41,5	34,2	–	5,9
Шарыповский	118,2	0,1	1,4	20,8	36,0	41,7	–	6,0
Шушенский	47,1	–	3,8	23,3	21,6	25,5	25,8	6,0
По краю	3137,4	2,5	10,3	17,3	24,1	43,0	2,8	5,9

## Обеспеченность пахотных почв подвижным фосфором

Район	Обследованная площадь, тыс.га	Содержание фосфора, % от обследованной площади			Средневзвешенное значение, мг/кг
		низкое	среднее	высокое	
1	2	3	4	5	6
Абанский	104,56	20,6	47,5	31,9	215,2
Ачинский	60,63	14,9	66,4	18,7	109,0
Балахтинский	143,20	63,3	33,8	2,9	102,0
Березовский	26,05	36,8	33,7	29,5	206,0
Бирилюсский	46,35	23,8	67,2	9,0	142,0
Боготольский	81,92	26,4	67,4	6,2	105,0
Богучанский	9,47	49,4	36,2	14,4	167,0
Б-Муртинский	63,00	33,2	49,9	16,9	176,0
Б.-Улуйский	36,41	17,6	70,7	11,7	112,0
Дзержинский	87,27	17,4	35,2	47,4	234,3
Емельяновский	90,76	49,2	40,9	9,9	157,0
Енисейский	29,12	22,8	46,4	30,8	162,0
Ермаковский	44,1	45,1	40,8	14,1	156,0
Идринский	72,4	76,6	22,5	0,9	114,0
Иланский	63,77	21,8	37,6	40,6	225,5
Ирбейский	103,71	80,1	15,2	4,7	115,6
Казачинский	43,14	10,3	48,0	41,7	193,0
Канский	158,57	22,5	37,1	40,4	220,8
Каратузский	65,6	50,2	45,1	4,7	141,0
Кежемский	10,81	13,5	28,4	58,1	248,0
Козульский	34,97	80,1	16,7	3,2	79,0
Краснотуранский	112,8	11,2	69,9	18,9	211,0
Курагинский	86,6	39,4	54,9	5,7	159,0
Манский	31,8	59,7	27,2	13,1	143,0
Минусинский	111,6	9,6	53,0	37,4	226,0
Назаровский	204,8	13,1	75,4	11,5	93,0
Н.-Ингашский	62,37	6,2	50,9	42,9	235,8
Новоселовский	104,15	50,9	39,2	9,9	90,0
Партизанский	50,57	75,3	18,7	6,0	120,2
Пировский	43,11	33,4	64,4	2,2	111,0
Рыбинский	121,79	34,0	38,6	27,4	195,9
Саянский	77,08	85,5	10,9	3,6	105,8
Сухобузимский	90,07	24,0	61,5	14,5	189,0
Тюхтетский	48,10	48,4	48,6	3,0	102,0
Тасеевский	58,85	11,7	54,0	34,3	223,9

Окончание прил. 14

1	2	3	4	5	6
Ужурский	202,34	48,4	48,6	3,0	102,0
Уярский	67,85	56,5	34,6	8,9	151,0
Шарыповский	122,39	14,5	76,5	9,0	91,0
Шушенский	52,8	13,0	49,7	37,3	229,0
По краю	3024,78	34,2	47,8	18,0	163,2

## Характеристика почв по содержанию обменного калия

Район	Обследованная площадь, тыс.га	Содержание калия, % от обследованной площади			Средневзвешенное значение, мг/кг
		низкое	среднее	высокое	
1	2	3	4	5	6
Абанский	104,56	0,3	28,8	70,9	131,1
Ачинский	60,63	10,8	48,5	40,7	111,0
Балахтинский	143,20	8,9	44,3	46,8	70,7
Березовский	26,05	8,1	36,5	55,4	120,2
Бирилюсский	46,35	38,8	60,0	1,2	74,6
Боготольский	81,92	5,1	41,0	53,9	117,0
Богучанский	9,47	0,6	52,7	46,7	112,0
Б-Муртинский	63,00	5,8	36,8	57,4	118,7
Б.-Улуйский	36,41	25,7	47,2	27,1	94,4
Дзержинский	87,27	0,8	19,4	79,8	135,7
Емельяновский	90,76	3,1	38,2	58,7	121,3
Енисейский	29,12	69,8	29,8	0,4	65,9
Ермаковский	44,10	1,8	83,7	14,5	82,0
Идринский	72,40	0,3	41,8	57,9	116,0
Иланский	63,77	2,5	45,9	51,6	116,4
Ирбейский	103,71	2,8	60,4	36,8	106,8
Казачинский	43,14	49,8	47,0	3,2	73,1
Канский	158,57	0,1	21,2	78,7	135,7
Каратузский	65,60	5,3	68,9	25,8	84,0
Кежемский	10,81	16,3	43,0	40,7	105,0
Козульский	34,97	56,4	42,7	0,9	69,9
Краснотуранский	112,8	—	21,3	78,7	129,0
Курагинский	86,5	3,0	51,8	45,2	98,0
Манский	31,8	17,1	68,0	14,9	88,9
Минусинский	111,6	0,2	39,3	60,5	114,0
Назаровский	204,8	3,1	29,2	67,7	127,9
Н.-Ингашский	62,37	2,2	42,7	55,1	119,0
Новоселовский	104, 15	2,8	41,5	55,7	129,2
Партизанский	50,57	1,3	44,2	54,5	117,0
Пировский	43,11	38,0	60,2	1,8	74,0
Рыбинский	121,79	0,3	28,8	70,9	127,5

Окончание прил. 15

1	2	3	4	5	6
Сухобузимский	90,07	3,8	46,6	49,6	115,8
Тюхтетский	48,10	61,4	35,5	3,1	70,4
Тасеевский	58,85	0,1	23,1	76,8	131,8
Ужурский	202,34	0,9	19,3	79,8	141,0
Уярский	67,85	1,7	43,2	55,1	116,6
Шарыповский	122,39	0,6	29,9	69,5	132,8
Шушенский	52,8	0,2	74,2	25,6	92,0
По краю	3024,78	6,9	39,0	54,1	115,8

Содержание нитратного азота в почвах

Группа районов	Обследованная площадь, тыс. га	Предшественник	Группа почв по содержанию N-NO <sub>3</sub> , % от обследованной площади			
			низкое	среднее	повышенное	высокое
Западные и Центральные	32,71	Пар	2,6	5,7	11,4	80,3
Восточные	6,64		4,1	14,7	18,4	62,8
Южные	15,41		23,0	15,0	19,0	43,0
Всего	54,76		8,5	9,6	14,3	67,6
Западные и Центральные	52,95	Другие предшественники	11,6	13,0	17,2	58,2
Восточные	22,78		53,3	16,3	10,6	19,8
Южные	50,10		73,0	10,0	5,0	12,0
Всего:	125,83		43,7	12,5	11,2	32,6
По краю	180,59		33,0	11,6	12,2	43,2

Содержание подвижной формы микроэлементов в почвах

Элемент	Обследованная площадь, тыс.га	Содержание, % от обследованной площади		
		низкое	среднее	высокое
Cu	2812,3	10,0	10,3	79,7
Zn	2812,3	94,4	4,7	0,9
Mn	2708,4	59,1	31,3	9,6
Co	2696,5	16,6	40,7	42,3
B	2318,0	0,8	8,9	92,3
Mo	2318,0	63,1	35,6	1,3

Ассортимент минеральных удобрений, поступающих в край

Удобрения, марка, сорт	Содержание (%), не менее			Коэффициент перевода в физический вес		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	2	3	4	5	6	7
<b>Азотные</b>						
Аммиачная селитра	34	—	—	2,94	—	—
Сульфат аммония	21	—	—	4,76	—	—
Карбамид (мочевина)	46	—	—	2,17	—	—
Аммиак водный (ам.вода)	20,5	—	—	4,88	—	—
<b>Фосфорные</b>						
Суперфосфат двойной гранулиро- ванный, марка А	—	49	—	—	2,04	—
Суперфосфат двойной гранулиро- ванный, марка Б:	—	—	—	—	—	—
сорт первый	—	46	—	—	2,17	—
сорт второй	—	43	—	—	2,33	—
Суперфосфат простой гранулиро- ванный	—	21	—	—	4,76	—
<b>Калийные</b>						
Калий хлористый, марка «Мелкий»:	—	—	—	—	—	—
сорт первый	—	—	60	—	—	1,67
сорт второй	—	—	58	—	—	1,72
сорт третий	—	—	57	—	—	1,75
Калий хлористый, марка «Гранулированный»:	—	—	—	—	—	—
сорт первый	—	—	60	—	—	1,67
сорт второй	—	—	58	—	—	1,72
сорт третий	—	—	57	—	—	1,75
Калий хлористый(из нефилירו- ванного сырья)	—	—	62	—	—	1,61
Калий сернокислый	—	—	50	—	—	2,00

1	2	3	4	5	6	7
<b>Комплексные</b>						
Аммофос, марка А:						
высший сорт	12	52	-	8,33	1,92	-
первый сорт	12	50	-	8,33	2,00	-
Аммофос, марка Б:						
высший сорт	11	44	-	9,09	2,27	-
первый сорт	10	42	-	10,0	2,38	-
Нитроаммофоска, марка А	23	23	-	4,35	4,35	-
Нитроаммофос с бором	23	30	-	4,35	3,33	-
Диаммофос	18	48	-	5,55	2,08	-
Диаммофоска, марка 10:26:26	10	26	26	10,0	3,85	3,85
Нитроаммофоска	11	11	11	9,09	9,09	9,09
Нитроаммофоска, марка А	17	17	17	5,88	5,88	5,88
Нитроаммофоска, марка Б	13	19	19	7,69	5,26	5,26
Азофоска, марка 1:1:1	16	16	16	6,25	6,25	6,25
Азофоска, марка 2:1:1	22	11	11	4,55	9,09	9,09
Азофоска, марка 1:1:0	23	21	-	4,35	4,76	-
<b>Удобрения для теплиц:</b>						
марка А	10	5	20	10,0	20,0	5,00
марка Б	18	6	18	5,55	16,67	5,55
марка В	20	16	10	5,00	6,25	10,00
Аммофосфат	4	38	-	25,0	2,63	-
Нитроаммофосфат	21	21	-	4,76	4,76	-
Азопреципитат	22	16	-	4,54	6,25	-
Диаммоний фосфат	18	47	-	5,55	2,13	-
Азотно-фосфорно-калийное удобрение (NPK)	8	20	20	12,5	5,00	5,00

Характеристика наиболее распространенных минеральных удобрений

Название удобрения	Форма	Содержание д.в-ва, %	Внешний вид	Гигроскопичность	Слеживаемость	Рассеиваемость	Влияние на реакцию почвы	Растворимость в воде
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>А З О Т Н Ы Е</b>								
Аммиачная Селитра	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	34	Белые блестящие или желтоватые мелкие гранулы	Гигроскопичны	Слабая	Хорошая	Слегка подкисляет	Хорошая
Мочевина	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	46	Белые матовые мелкие гранулы (белый мелкокрист. порошок)	Гигроскопична	Слабая	Хорошая	Подкисляет	Хорошая
Сульфат аммония	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20.5-21	Мелкокристаллический порошок разных оттенков (гранулы)	Очень слабая	Незначительная	Хорошая	Слегка подкисляет	Хорошая
<b>Ф О С Ф О Р Н Ы Е</b>								
Суперфосфат простой	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4$	15-20	Светло-серый порошок или гранулы различного размера, темно-серый	Слабая	Порошко-видный – слеживается, гранул. – нет	Удовлетворительная, гранулир.-хорошая	Порошко-видный - подкисляет, гранулированный – нет	Слаборастворим (не полностью)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Суперфосфат двойной	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	49-46	Светло-серые или темно-серые гранулы	Очень слабая	Не слеживается	Хорошая	Не подкисляет	Растворим
Фосфоритная мука	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \text{CaCO}_3$	19-30	Темно-серый с бурым или коричневатым оттенком порошок (землистый)	Очень слабая	Не слеживается	Удовлетворительная	Не подкисляет	Не растворим
К А Л И Й Н Ы Е								
Хлористый калий	KCl	54-62	Мелкокристал. порошок серого или кирпичного цвета	Гигроскопичен	Сильная	Хорошая в сухом состоянии	Подкисляет	Растворим
Сульфат калия	$\text{K}_2\text{SO}_4$	45-50	Мелкокрист. порошок серый с примесью красно-бурых кристаллов	Не гигроскопичен	Не слеживается	Хорошая	Подкисляет	Хорошая
Калийная соль	KCl+NaCl	40	Смесь мелкокрист. серого или красноватого порошка с кристаллами разного цвета	Гигроскопична	Слеживается	Удовлетворительная	Подкисляет	Растворима
С Л О Ж Н Ы Е								
Аммофос	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	N – 10-12 P – 50	Темно-серый порошок или белые и светло-серые гранулы	Слабая	Слабая	Хорошая	Не подкисляет	Растворим
Нитрофоска	NPK	N – 12 P – 12 K – 12	Светлые, темные или красноватые гранулы или кристал. порошок	Слабая	Не слеживается	Хорошая	Не подкисляет	Растворяется полностью

## Химический состав органических удобрений

Название удобрений	Содержание элементов питания, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Твердые, содержащие более 25% сухого вещества			
Подстилочный навоз КРС	0,49	0,24	0,60
Подстилочный навоз свиной	0,50	0,20	0,45
Подстилочный помет птичий	1,85	1,00	0,82
Твердая фракция безподстилочного навоза:			
КРС	0,47	0,30	0,55
свиного	0,65	0,51	0,25
Компосты:			
торф: навоз КРС (1:1)	0,45	0,20	0,40
торф: навоз свиной (1:1)	0,60	0,20	0,20
торф: птичий помет (1:5)	1,00	1,00	0,35
солома: навоз КРС (1:1)	0,40	0,30	0,60
солома: навоз свиной (1:1)	0,50	0,28	0,40
солома: птичий помет (1:1)	1,15	1,11	0,48
из бытовых отходов	0,15	0,06	0,05
Полужидкие на основе безподстилочного навоза и помета, содержащие 8-25% сухого вещества			
КРС	0,48	0,26	0,30
Свиной	0,65	0,47	0,21
Птичий помет	1,20	1,00	0,64
Навозные стоки животноводческих предприятий, содержащие менее 3% сухого вещества			
КРС	0,06	0,03	0,07
Свиной	0,08	0,02	0,04
Удобрения из растительного сырья			
Солома	0,60	0,30	1,10
Зеленое удобрение (сидераты)	0,45	0,13	0,38
Прочие растительные остатки	0,24	0,18	0,41

Сроки и способы внесения органических и минеральных удобрений

Сроки внесения удобрений	Виды удобрений	Способ внесения	Машины
1	2	3	4
До посева (посадки) (основное)	Органические: твердые	Сплошной (разбросной) под вспашку зяби, паров, перепахку или весной под лущение, культивацию, основную обработку ранних паров	<i>Разбрасыватели</i> твердых органических удобрений: 1-ПТУ-4, РОУ-5, ПРТ-10/16, КСО-9, РТО-4, РУН-1БА/Б
	жидкие	<i>Сплошной</i>	ВЖВ-1.8, РЖУ-3.6, РЖТ-4, РЖТ-8, РЖТ-16, ХТС-100.27
	Минеральные (фосфорно-калийные)	<i>Разбросной под основную (зяблевую), паровую обработку</i>	1РМГ-4, РТТ-4.2 (разбрасыватель-сеялка), АРУ-0.5, КСА-3 (автомобильный), РУМ 5/8, РУМ-8, АРУП-8 (автомоб.), МВУ-12, МВУ-16
	Гранулированные	<i>Локально (стартовые дозы), врезанием в почву сеялками-культиваторами</i>	ВС-2.1, ЛДС-6, СЗ-3.6, СЗУ, КПГ-2.2 (глубококорыхлитель-удобритель)
Припосевное	Минеральные гранулированные (Р, НРК)	<i>Рядковый, локально-ленточный</i> на 1-2 см глубже заделки семян, в рядки и гнезда вместе с семенами	Вернотуковые и комбинированные сеялки: СЗ-3.6; СЗУ-3.6; СЗП-3.6; СЗТ-3.6; СЗО-3.6; СЗЛ-3.6; СЗС-2.1; ЛДС-6 (луцильник-сеялка); ССТ-12А (свекловичная); СКОН-4.2; СКОШ-2.8; СО-4.2; кукурузные: СКНК-8; СУПН-8; картофеле-сажалки: СН-4Б; САЯ-4; СКМ-6; СКМ-3

1	2	3	4
Послепосевное (подкормка в период вегетации): озимых (ранней весной)	Минеральные (N, NP)	<i>Разбросной, врезанием сеялками</i> в корнеобитаемый слой поперек к рядкам растений	РТТ-4.2; СЗУ-3.6; ПРМГ-4; СЗП-3.6
культур сплошного сева (начало выхода в трубку), в период колосения-налива зерна	Минеральные (N)	<i>Опрыскивание растворами</i>	<i>ПОУ (подкормчик-опрыскиватель универсальный) ПЖУ-5, ОПШ-15, ОП-2000-2 с.-х. авиация (АН-2, МИ-1, КА-26)</i>
пропашных культур	Минеральные (NP или NPK)	<i>В междурядья на глубину 10-12 см</i>	Культиваторы-растениепитатели КРН-4.2А, КРН-5.6А, КРН-8.4, КОН-2.8М, КРСШ-2.8А

# *Земледелие с основами почвоведения и агрохимии*

*Методические указания к лабораторным занятиям  
и самостоятельной работе*

*Электронное издание*

**Волошин Евгений Иванович  
Бекетова Ольга Анатольевна**

*Редактор*  
М.М. Ионина

Подписано в свет 09.03.2017. Регистрационный номер 328  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
e-mail: rio@kgau.ru