

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова»**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ  
В АГРОЭКОСИСТЕМАХ**

**краткий курс лекций**

**для аспирантов II курса**

Направление подготовки  
**06.06.01 Биологические науки**

Профиль подготовки  
**Почвоведение**

**Саратов 2014**

УДК 631.4:624.131.1(07)

ББК 40.3:26.3(Я73)

П12

Рецензенты

:

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры химии, агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

*Н.Е. Синицына*

Главный научный сотрудник, зав. отделом экологии агроландшафтов и ГИС, д-р с.-х. наук, профессор ГНУ НИИСХ Юго-Востока

*И.Ф. Медведев*

**П12** **Оптимизация почвенного плодородия в агроэкосистемах:** краткий курс лекций для аспирантов 2 курса направления подготовки 06.06.01 Биологические науки / Сост.: Т.И. Павлова // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ».- Саратов, 2014.- 35 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Оптимизация почвенного плодородия в агроэкосистемах» составлен в соответствие с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов направления подготовки 06.06.01 Биологические науки. Краткий курс лекций содержит теоретический материал об основных элементах почвенного плодородия, о методах его оценки, об основных приемах регулирования почвенного плодородия.

УДК 631.4:624.131.1(07)

ББК 40.3:26.3(Я73)

© Павлова Т.И., 2014  
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

## Введение

В настоящее время существенным образом на плодородие почвы влияет множество негативных природных экологических факторов, а следовательно, на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Под влиянием длительного с.-х. использования почвы теряют свое устойчивое равновесие, изменяется интенсивность и направленность почвенно-микробиологических процессов, что, в свою очередь, приводит к изменению эффективного и потенциального плодородия почвы.

Краткий курс лекций по дисциплине «Оптимизация почвенного плодородия в агроэкосистемах» предназначен для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки. Он раскрывает сущность основных элементов почвенного плодородия, их оценку, основные приемы регулирования почвенного плодородия.

Курс нацелен на формирование у аспирантов универсальной компетенции: «способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях» (УК-1); общепрофессиональной компетенции: «способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий» (ОПК-1); профессиональных компетенций: «способностью распознавать основные типы и разновидности почв, оценивать их уровень плодородия, обосновать направления их использования» (ПК-2); «владением физическими, химическими, физико-химическими и биологическими методами оценки почвенного плодородия агроландшафтов» (ПК-3); «готовностью использовать почвенно-географические информационные системы при разработке технологий оптимизации плодородия почв» (ПК-4); «готовностью применять разнообразные методологические подходы к моделированию и проектированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий и воспроизводству плодородия почв» (ПК-5).

## Лекция 1

### ОПТИМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

#### 1.1. Модели плодородия почв

Влияние почв на другие компоненты экосистемы обусловлено, в значительной степени, свойствами почв, а при ведении сельскохозяйственного производства свойствами создаваемых человеком почв. Эти свойства для разных почвенно-климатических зон различны и характеризуются моделями плодородия почв.

**Модель плодородия почв** – это оптимальное сочетание свойств, процессов и режимов почв для получения максимально экономически оправданного урожая и наибольшего КПД использования в агрофитоценозе солнечной и антропогенно затраченной энергии при соблюдении экологической безопасности принятой системы земледелия и технологий.

Модель плодородия предполагает максимальную устойчивость почв в данных условиях к деградации, надежность и долговечность функционирования при принятых потоках вещества и энергии.

При этом под свойствами почв понимаются статические показатели (рН, содержание подвижных форм фосфатов, калия и т.д.), характеризующие состояние почв. Процессы подразделяются на почвенные и почвообразовательные. Под ними понимаются изменения свойств почв под влиянием антропогенных и естественных воздействий. Почвенные процессы - это превращение в почвах вносимых в них азота, фосфора, калия, органических остатков, трансформация микроэлементов и тяжелых металлов и т.д. К почвообразовательным процессам относятся оподзоливание, оглеение, засоление, осолонцовывание, гумусонакопление, торфо-накопление и т.д.

Режимы почв - это закономерное изменение свойств и процессов во времени и в пространстве - весной, летом, осенью, с глубиной почвенного профиля, в пределах поля или структуры почвенного покрова. Выделяют водный, воздушный, тепловой, фосфатный, калийный, азотный, кислотнo-основной, окислительно-восстановительный и т.д. режимы.

Для создания моделей плодородия почв необходимо оптимальное сочетание их свойств, процессов и режимов. В почве может быть достаточное количество усвояемых фосфатов весной, но недостаток их летом. Это приведет к плохому развитию растений. В почве может быть оптимальное значение рН в верхнем горизонте, но очень неблагоприятное для растений в слое 30-50 см, что не позволит получить планируемый урожай. В почвах должны идти благоприятные процессы превращения удобрений. Например, при внесении в кислые подзолистые почвы фосфатов кальция они превращаются в фосфаты железа и алюминия, доступность которых для растений очень мала. При внесении соединений железа в карбонатные почвы устранить хлороз, связанный с недостатком железа для растений, не удастся, т.к. вносимое в почву железо выпадает в трудно растворимые осадки соединений железа и т.д.

Модели плодородия почв отличаются для разных типов почв, групп почв по гранулометрическому составу, гумусированности, эродированности, оглеенности и т.д., для отдельных групп растений, для различных регионов (в первую очередь, отличающихся по климатическим условиям) и определенного уровня ведения сельскохозяйственного производства. Создавая почву для получения планируемого урожая, необходимо предусматривать, во-первых, получение урожая приемлемого качества, во-вторых, экономическую целесообразность получения планируемого урожая и, в-третьих, соблюдение условия повышения плодородия почв и сохранения экологического равновесия. Очевидно, неприемлемо внесение таких доз удобрений и средств защиты растений, которые приведут к получению продукции в избыточном количестве загрязненной нитратами, кадмием, медью, цинком и т.д. В то же время, неоправданно внесение удобрений и мелиорантов в таких дозах, которые приводят к значительному ухудшению свойств почв, падению их плодородия (например, при подкислении почв, за счет внесения физиологически кислых удобрений типа  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  при создании в

ППК доли обменного калия более 5%, приводящей к диспергированию почв и резкому уменьшению водопроницаемости). При оценке стоимости земель, с учетом их плодородия, внесение таких доз будет неоправданно и с экономической точки зрения. Недопустимо внесение в почву таких доз удобрений и средств защиты растений, которые вызовут загрязнение вод нитратами, фосфатами, ядохимикатами, в концентрациях выше установленных предельно допустимых. При использовании природоохранными организациями штрафных санкций внесение таких доз будет невыгодно и с экономической точки зрения.

Создание свойств с определенными свойствами должно быть выгодно экономически, должно оправдываться прибавкой сельскохозяйственной продукции. Например, на огородах в Московской области 4-8% гумуса, однако, создание такой степени гумусированности на полях не приведет к адекватному повышению урожайности, и поэтому даже не планируется.

Модели плодородия отличаются для почв различных генетических типов и почв с резко отличающимися свойствами. Экономически и экологически нецелесообразно создавать на сероземах такую же почву, как и чернозем. Для каждого почвенного типа оптимальны определенные свойства, процессы и режимы. В то же время для почв легкого и тяжелого гранулометрического состава (песка и глины) оптимумы всех других показателей свойств почв свои. То есть и модели плодородия для них будут отличаться. В развитых странах оптимум содержания подвижных форм элементов питания отличается не только для почв определенного гранулометрического состава, но и почв в различных интервалах pH, степени гумусированности, емкости катионного обмена. Аналогичная тенденция и других параметров моделей плодородия.

Оптимальные свойства почв существенно зависят от гидротермических условий. Например, оптимум содержания подвижных фосфатов под пшеницу для условий Московской области 15 мг/100 г; для Урала - 25 мг/100 г; для Магаданской области, Сибири - до 40 мг на 100 г. Оптимум содержания легкогидролизуемого азота в Московской области 6 мг/100 г, в Сибири - до 15. Это обусловлено тем, что растения значительно хуже усваивают фосфор и азот при температурах ниже 100. Аналогично от влажности и температуры зависят оптимумы и других свойств почв. Таким образом, модели плодородия, например, дерново-подзолистых почв в Германии, в Московской области и в Красноярском крае будут существенно отличаться.

Модели плодородия почв составляются для определенных культур или групп культур. Например, для чая необходимо значение pH около 4, а для картофеля, льна 5,0-5,5; для пшеницы - 6-7 и т.д. Оптимальные значения содержания подвижных форм элементов питания для овощных культур в два раза выше, чем для зерновых. Модели плодородия почв зависят от уровня интенсификации сельскохозяйственного производства. В парниковых хозяйствах оптимальное содержание гумуса и элементов питания в десятки раз выше, чем для почв окружающих полей. Сорты зерновых интенсивного типа могут давать урожай до 100-120 ц/га, но растут только на очень плодородных почвах, на бедных почвах они вообще расти не будут. Сорты зерновых культур экстенсивного типа могут дать на плохих почвах урожай 5-15 ц/га, но и на хороших почвах не дадут больше 25 ц/га. Очевидно, что и модели плодородия для сортов экстенсивного и интенсивного типов будут отличаться. Отдельные сорта растений также в различной степени требовательны к элементам питания, обладают различной адаптационной возможностью к загрязнению. В связи с этим, почва, плодородная для одного сорта, может оказаться недостаточно плодородной для другого сорта. Система удобрений, разработанная для одного сорта, к сожалению, в ряде случаев, не дает должного результата для другого сорта.

Модели плодородия зависят от характера сельскохозяйственного использования почв. Для дачного и, частично, фермерского хозяйства возможно различное использование склонов разной крутизны и экспозиции, повышенных и пониженных элементов рельефа, отдельных компонентов структуры почвенного покрова. Для больших хозяйств это нереально. Все вышеизложенное свидетельствует о значительном влиянии на экологическое состояние агрофитоценозов выбранных и достигнутых в производстве \_ моделей плодородия почв. Не-

обходимо рассмотрение экологических ограничений при разработке моделей плодородия почв.

Качество и цена земель сельскохозяйственного использования зависит от степени соответствия исследуемых почв модели плодородия для данных конкретных условий.

## **1.2. Особенности почв, как средства сельскохозяйственного производства**

Почву рассматривают, как исторически сложившееся тело и средство сельскохозяйственного производства. Почва, как исторически сложившееся тело характеризуется длительностью своего развития и закономерным ходом эволюции, саморегулированием и саморазвитием. Почвы, имеющие разную предысторию развития, имеют, как правило, неодинаковое плодородие и по-разному реагируют с удобрениями и мелиорантами. Для прогноза изменения качества земель в ближайшем будущем и на перспективу необходимо рассмотрение почв, как исторически сложившегося тела, знание генезиса почв.

Почва, как средство сельскохозяйственного производства, имеет свои особенности. Это неперемещаемость, так как даже 30 см слой с 1 гектара весит около 3000 тонн. Большое значение имеет связь свойств почв и их качества с факторами почвообразования, при изменении которых меняется и ценность почв. Агрономически важные свойства почв меняются как в сезонной динамике так и в течение ряда лет, в пространстве в пределах поля и с глубиной. Свойства почв влияют на растения, а растения, в свою очередь, влияют на почву, что не характерно для других средств сельскохозяйственного производства. Почва обладает многофункциональностью, и, в связи с этим, при использовании ее для разных целей имеет различную стоимость. Следует признать, что – взаимосвязь почв с факторами внешней среды, с растениями, процессы, протекающие в почвах, очень сложны и до настоящего времени не описаны корректно с использованием алгоритмов и программ для ЭВМ. Это не позволяет их в полной мере учитывать в прогнозах и при определении стоимости земель.

При интенсивном ведении сельскохозяйственного производства к почвам предъявляются новые требования. Участок поля должен иметь удобную для обработки конфигурацию, размер поля, как правило; не должен быть меньше 20 га; участок должен быть выровнен по мезо- и микрорельефу. В противном случае, на каждый микро- и мезозоне возникает свой комплекс свойств почв, растения находятся на разной фазе развития. В связи с этим применение одновременно на всем поле подкормок, средств защиты растений не дает должного эффекта. В связи с пестротой почвенного покрова в пределах поля, урожай на отдельных участках может колебаться от 5 до 50 ц зерна. К аналогичному эффекту приводит и разный уровень грунтовых вод в пределах поля.

В период интенсивной химизации почвы должны быть устойчивы к орошению, к усиленным обработкам, к внесению удобрений, к почвоутомлению при длительном развитии монокультуры. У почв должна быть хорошо выражена способность к интоксикации ядохимикатов, тяжелых металлов; способность к сохранению высокой биологической активности почв; высока антипатогенная функция. Все эти показатели определяются соответствующими буферными свойствами почв.

При различной степени интенсификации сельскохозяйственного производства наиболее высокое значение имеют и определенные свойства почв, которые, в первую очередь, приходится учитывать при балльной оценке почв. При экстенсивном ведении сельскохозяйственного производства наиболее важное значение имеют такие показатели, как гранулометрический состав почв, рН, засоленность, солонцеватость. Без их оптимизации невозможно получение даже удовлетворительных урожаев. Однако, в данном случае подчиненное значение имеет определение в почве содержания подвижных форм микроэлементов, физические и биологические свойства почв.

При усилении интенсификации сельскохозяйственного производства (для получения урожаев не 15, а 30-40 ц/га) большое значение имеет питательный режим почв, так как на полях, где планируется получение таких урожаев, физико-химические свойства почв должны

быть, в достаточной степени, оптимальны.

Для получения урожаев 100-150 ц зерна с гектара, помимо оптимизации ранее указанных параметров, большое значение имеет обеспеченность растений микроэлементами, биологическая активность почв, их водно-физические свойства. Большое значение в данном случае имеет корректировка питательного режима в течение вегетации с учетом меняющихся требований растений и непредсказуемых изменений погодных условий.

### 1.3. Совокупность оптимальных параметров плодородия почв

Для нормального развития растений необходимо оптимальное сочетание свойств, процессов и режимов почв. При этом оптимумы свойств почв относительны. Они зависят от вида культур (и даже фаз их развития и сортов), климатических условий, сочетания всех свойств почв. Однако, с учетом всех указанных факторов, оптимумы свойств почв известны недостаточно. Сельскохозяйственное использование почв под большинство культур лимитируется при содержании частиц < 0,01 мм (физической глины) более 85% и менее 5%; при содержании гумуса для большинства почв менее 1 %; при степени солонцеватости более 10%; при содержании водорастворимых солей более 1%; при рН - меньше 4,0 и больше 9,0; при ОВ потенциале менее 200; при токсичных концентрациях железа, марганца, алюминия; при плотности почв более 1,5 г/см<sup>3</sup>; скважности менее 40%; влажности менее 30% и более 90% от полной влагоемкости; при содержании в почвенном воздухе кислорода менее 5% и углекислого газа более 7%; при аэрации менее 10%; при мощности мелкозема менее 20 см; при уклоне более 10<sup>0</sup>; на глеевых почвах, солонцах, солончаках, солодях; при показателе загрязнения почв  $Z_c = 32-128$ ; при содержании камней более 50 м<sup>3</sup>/га; при доле в почвенном покрове поля более 50% почв, непригодных для с/х использования, при площади поля менее 1 га, при агрономической несовместимости контуров в пределах поля, при емкости поглощения катионов менее 2 мг-экв/100 почв, при глубине грунтовых вод ближе 50 см; чаще при средней температуре почвы за вегетационный период более 35<sup>0</sup> и менее 10<sup>0</sup>.

По данным Каштанова А.И. и др. (2001), допустимыми параметрами водно-воздушного режима почв являются: 1) плотность пахотного горизонта (г/см<sup>3</sup>) для легких почв - 1,3-1,4; для средне суглинистых - 1,2-1,3; для тяжелосуглинистых и глин - 1,1-1,25; 2) плотность подпахотного слоя для легких почв - 1,4-1,5; для остальных - 1,2-1,3; 3) общая порозность в % к объему почвы 50-55%; 4) порозность аэрации в % к общей порозности для пахотного слоя - 18-25%; для подпахотного - 12-17; 5) водопроницаемость (коэффициент фильтрации) м/сутки - 0,15-0,75; 6) уровень грунтовых вод - 60-100 см; 7) затопление посевов летом - для зерновых - менее 0,5 суток; для силосных и корнеплодов - менее 0,8 суток; для многолетних трав - менее 1,8 суток; 8) затопление пахотного слоя летом - для сенокосов 3 суток; для других культур - менее 1,5.

Для нормального развития растений почвы должны иметь достаточное количество элементов питания, небольшую плотность, достаточное для растений количество воды и воздуха. Развитие растений не должно угнетаться неблагоприятными физико-химическими свойствами почв, повышенным содержанием подвижных соединений железа, марганца, алюминия, тяжелых металлов, повышенной засоленностью и солонцеватостью почв. Почвы не должны содержать в большом количестве возбудителей болезней, вредителей и сорняков.

Как указывалось ранее, оптимальные свойства почв различаются для отдельных почв, регионов, культур, уровня интенсификации производства. Однако, следует отметить, что степень окультуренности почв, а следовательно, их ценность в агрономическом отношении не могут быть определены только по тем параметрам, которые указаны в ранее приведенных таблицах.

При оценке стоимости почв и их бальной оценки на основании их свойств, процессов и режимов необходимо выбирать для анализа наиболее стабильные показатели, которые не из-

меняются очень сильно как в сезонной динамике, так и в пространстве, не могут быть легко изменены в процессе сельскохозяйственного использования. В то же время, следует выбрать такие показатели, которые не только отражают генезис почв, но и существенно влияют на плодородие и урожай сельскохозяйственных культур.

Оптимальные величины показателей свойств почв относительны и зависят от многих факторов. В большинстве развитых стран оптимальное содержание подвижных форм элементов питания зависит как от выращиваемой культуры, так и от гранулометрического состава почв, рН, емкости поглощения катионов, содержания гумуса, соотношения с другими элементами питания.

Наряду с интегральными оптимальными параметрами важное значение имеет детальное рассмотрение степени оптимальности отдельных свойств почв в отношении конкретных сельскохозяйственных культур

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое модель плодородия?
2. От чего зависит модель плодородия?
3. Что относят к почвенным процессам?
4. Что относят к режимам почв?
5. Что необходимо для создания модели плодородия?
6. Особенности почв, как средства сельскохозяйственного производства.
7. Какие требования предъявляют к почвам при интенсивном ведении сельскохозяйственного производства?
8. Совокупность оптимальных параметров плодородия почв.
9. От каких факторов зависят оптимальные величины показателей свойств почв?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Добровольский, Г. В.** География почв: учебник / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2004. – 458 с. – ISBN 5-9532-0254-7.
2. **Ковриго, В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : КолосС, 2008. - 439 с. - ISBN 978-5-9532-0483-5.
3. **Наумов, В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. - М. : КолосС, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9532-0484-2.
4. **Синицына, Н. Е.** Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика: учебное пособие / Н. Е. Синицына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Павлова. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7011-0641-1.
5. **Синицына, Н. Е.** Оценка агромелиоративных и экологических приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв Засушливого Поволжья. / Н. Е., Т. И. Павлова, Ю. М. Мохонько. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 260 с. - ISBN 978-5-7011-0750-0.

#### *Дополнительная*

1. **Муха, Д. В.** Агрочвоведение. / Д. В. Муха. – М. : Колос. 1994, - 528 с.
2. **Синицына, Н. Е.** Почвы Саратовской области. / П. Н. Гришин, В. В. Кравченко, В. И. Губов, Т. И. Павлова: учебн. пособие. – Саратов : изд-во Сарат. ун-та, 2010. – 100 с.
3. **Савич, В. И.** Оценка почв. / В. И. Савич, Х. А. Амергужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 544 с.
4. <http://library.sgau.ru>
5. <http://elibrary.ru>
6. <http://polpred.com>
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>



## Лекция 2

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭТАЛОНЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

#### 2.1. Паспорт модели высокого плодородия дерново-подзолистой средне- и легкосуглинистой почвы

Общие сведения о модели

1. *Название почв, которые принимаются в качестве моделей:*

Дерново-мелко- и неглубокоподзолистые почвы.

2. *Название разновидностей почв, свойства которых оптимизируются до уровня параметров модели:*

Дерново-подзолистые почвы средне- и легко суглинистого гранулометрического состава (различного уровня окультуренности).

3. *Территория (область, край, республика), на которой выделена данная модель:*

Московская область. Административные районы: Волоколамский, Дмитровский, Загорский, Истринский, Клинский, Красногорский, Ленинский, Лотошинский, Можайский, Мытищенский, Нарофоминский, Одинцовский, Подольский, Пушкинский, Рузский, Серпуховский, Солнечногорский, Ступинский, Чеховский, Шаховской.

4. *Территория (область, край, республика), на которую может быть распространена модель:*

Области Центрального экономического района, где распространены дерново-подзолистые средне- и легко суглинистые почвы: Смоленская, Калининская, Ярославская, Брянская, Костромская, Московская, Калужская, Ивановская, Владимирская, Рязанская, Тульская, Орловская.

5. *Площадь пашни, на которую может быть распространена модель:*

Вся площадь пашни на дерново-подзолистых средне- и легкосуглинистых почвах равна 5047 тыс. га, что составляет 34,5 % всей территории пашни Центрального экономического района. Данные разновидности являются преобладающими и занимают около 61 % пашни на дерново-подзолистых почвах. Площадь пашни на описываемых почвах составляет (тыс.га): в Смоленской области - 948, Калининской - 894, Ярославской - 553, Брянской - 525, Костромской - 473, Московской - 472, Калужской - 464, Ивановской - 417, Владимирской - 128, Рязанской - 81, Тульской - 76, Орловской - 17.

Экологические условия территории распространения модели Территория находится в южной части таежно-лесной зоны. Распаханность в среднем около 25 %. В южных районах она достигает 40 %, в северных убывает до 10 %. Основная часть пахотных участков имеет небольшие размеры, менее 25-30 га, причем много участков размером до 3 га. Основная часть пашни (70-75 %) расположена на склонах до 2°. На покатых склонах (более 5°) находится около 5 % пашни.

#### 2.2. Климатические параметры

Климат умеренно влажный, умеренно континентальный (коэффициент континентальности 150-165). Увлажнение территории - достаточное (в средние по осадкам годы). Среднегодовое количество осадков 525 - 650 мм, испаряемость 450 - 500 мм, коэффициент увлажнения 1,05-1,30. Вероятность избыточно влажных лет 25 - 40 %, полузасушливых и засушливых 12 - 20 %.

Снежный покров устанавливается в среднем в конце ноября и сходит в первой декаде апреля. Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова колеблется в пределах 40-50 см. Неравномерное залегание снежного покрова по элементам рельефа может приводить к вымерзанию озимых культур. Резкие колебания температуры при переходе через 0° С (подъем - падение) способствуют образованию ледяной корки на поверхности почвы и как следст-

вие - выпревание и вымокание посевов или механический отрыв корней от стебля. Глубина промерзания почвы в среднем достигает 80 - 100 см в зависимости от погодных условий и рельефа территории.

Теплообеспеченность для большинства возделываемых культур от ниже средней на севере и востоке до средней на юге и западе района. Суммы температур выше  $10^0$  С составляют 1750 - 2150<sup>0</sup>. Средняя температура июля  $+17^0 \dots +18^0$  С, января  $-8^0 \dots -11,5^0$  С. Продолжительность периода с температурами выше  $10^0$  С составляет 130 - 145 дней, а безморозного периода - 120 - 140 ( на почве - 100 - 125 дней), что отражает особенности в рельефе территории и наличии морозоопасных положений.

Весенние запасы влаги, обеспечиваемые снеготаянием, составляют от 70 до 100 мм при движении с юга на север.

### **2.3. Рельеф территории, почвы которой приняты в качестве модели**

Почвы агрогруппы приурочены к трем провинциям: Верхневолжской зандрово-аллювиальной низменности (I), Смоленско-Московской возвышенности (II) и Москворецко-Окской моренно-эрозионной равнине (III), каждая из которых подразделяется на несколько геоморфологических районов.

К первой провинции (Верхневолжская низменность с абсолютными высотами в пределах 90 - 150 м) относятся: Приволжская низменность с отдельными невысокими моренными холмами и грядами (части Клинского, Лотошинского и Волоколамского административных районов); Лотошинская ступенчатая пониженная равнина (части Лотошинского, Шаховского и Волоколамского районов); Яхромско-Дубнинская древняя ложбина стока ледниковых вод(части Загорского и Дмитровского административных районов).

На юге Верхне-Волжской низины (части Лотошинского, Дмитровского и Талдомского районов) мезорельеф представлен монотонной, сnivelированной ледниковыми водами долиной с единичными выположенными холмами. Общий дренаж затруднен, что способствует образованию переувлажненных почв (до 20 % площади пашни).

К территории второй провинции (Смоленско-Московская возвышенность) относятся неоморфологические районы: Можайско-Волоколамская моренная возвышенность с крупными холмами и древнеозерными заболоченными котловинами (Можайский район, части Шаховского, Волоколамского, Клинского, Рузского, Истринского и Солнечногорского районов); Клинско-Дмитровская моренно-эрозионная возвышенность с крутым северным склоном, расчлененная глубоковрезанными долинами (части Загорского и Дмитровского районов, Пушкинский и Мытищенский районы); Верейско-Звенигородская наклонная равнина с отдельными пологими моренными холмами (части Рузского, Истринского и Солнечногорского районов, Нарофоминский, Одинцовский и Красногорский районы).

Абсолютные высоты на территории Смоленско-Московской возвышенности в основном колеблются в пределах 150 - 250 м, иногда достигают отметки 310 м, а на Верейско-Звенигородской наклонной равнине не превышают 130 - 150 м. При этом глубина местных базисов эрозии может достигать 100 м и более, а горизонтальное расчленение - 1,2 - 1,6 км/км<sup>2</sup>. До 10 - 15 % площади могут занимать средне- и сильно смытые почвы.

В пределах Смоленско-Московской возвышенности преобладающими формами мезорельефа являются моренные холмы и гряды.

Территория третьей провинции (Москворецко-Окская моренно-эрозионная равнина с абсолютными высотами в пределах 120-180 м) подразделяется на районы: Теплостанскую останцовую эрозионную возвышенность (Ленинский район); Чеховскую волнистую моренно-эрозионную средневысотную равнину с развитыми речными долинами (Чеховский район, части Ступинского и Серпуховского районов).

В районах Москворецко-Окской моренно-эрозионной равнины рельеф выполаживается и переходит в слабоволнистую денудационную равнину, разделенную глубоко врезанными долинами рек. Водораздельные участки равнины характеризуются разбросанными, отдельно

стоящими моренными холмами.

Микрорельф территории, для которой составлена модель, в разных геоморфологических районах не имеет заметной зональности и представлен холмиками и блюдцеобразными или вытянутыми понижениями. «Блюдца» наиболее распространены на плоских водораздельных участках, а вытянутые микропонижения приурочены главным образом к покатым склонам.

Территория, на которую может быть распространена модель, в основном представлена моренными равнинами, осложненными холмами, грядами, возвышенностями, чередующимися с заболоченными низменностями. Абсолютные высоты равнины в основном в пределах 100 -200 м. Отдельные возвышенные участки имеют отметки более 200 м (местами до 300 м); приозерные и приречные низины понижаются до отметок ниже 100 м. Базисы эрозии и горизонтальное расчленение в пределах, указанных для Московской области. На пониженных равнинных территориях дренаж затруднен.

#### **2.4. Почвообразующие породы и структура почвенного покрова**

Наиболее распространенными почвообразующими породами суглинистых дерново-подзолистых почв являются суглинистые моренные, озерно-ледниковые и покровные отложения. Покровные суглинки имеют мощность от 1 до 10 - 15 м.

Водный режим почв промывной.

Основным компонентом структуры почвенного покрова на территории распространения модели являются дерново-мелко- и неглубокоподзолистые средне- и легкосуглинистые почвы, которым сопутствуют дерново-мелкоподзолистые поверхностно-слабоглееватые тяжело- и среднесуглинистые, дерново-неглубокоподзолистые поверхностно-слабоглееватые тяжело- и среднесуглинистые, дерново-глубокоподзолистые поверхностно-слабоглееватые тяжело- и среднесуглинистые, дерново-подзолисто-поверхностно-слабоглееватые легкосуглинистые, слабосмытые дерново-подзолистые тяжело-, средне- и легкосуглинистые, супесчаные дерново-подзолистые автоморфные, супесчаные дерново-подзолистые поверхностно-глееватые, супесчаные дерново-подзолистые глубокоглееватые почвы, а также местами светло-серые средне- и тяжелосуглинистые почвы.

При характеристике структуры почвенного покрова территории особое внимание необходимо уделить агрономической совместимости групп почв в пределах земельных контуров, т.е. отдельно обрабатываемых земельных (производственных) участков. Рельеф земельного контура - обычно мезокомбинация, состоящая из нескольких форм мезорельефа (мезоструктур): покатый склон, переходящий в ложбину стока, или плоские вершины моренных холмов, переходящие в пологий склон к межхолмной ложбине; или повышенная слабоволнистая поверхность террасы с коротким склоном к водораздельной плоской ложбине, переходящей в плоскую поверхность поймы местного водотока и другие.

Каждая мезоструктура может, в свою очередь, подразделяться по элементам мезорельефа, к которым приурочены ареалы элементарных почвенных структур: верхняя, средняя и нижняя части склонов; склон и днище ложбины; прямые и вогнутые участки и т. д.

#### **2.5. Агрономическая совместимость почв**

В зависимости от сложности мезо- и микрорельефа земельного контура, входящие в его состав агрономические группы почв по агрономической однородности разделяются на три основных типа:

- агрономически однородные совместимые. Например, земельный контур, представляющий собой водораздельную поверхность моренной равнины и состоящий из дерново-подзолистых почв, различающихся по степени оподзоленности;

- агрономически неоднородные совместимые. Например, земельный контур, представляющий собой выровненную поверхность, переходящую в пологий склон и состоящий из дерново-подзолистых почв (различающихся по степени оподзоленности) и их слабо смытых

вариантов;

- агрономически несовместимые группы почв. Например, земельный контур, представляющий собой выровненную поверхность, переходящую в покатый (более 30) склон, спускающийся к долине реки (или к ложбине) и состоящий из дерново-мелко- и неглубокоподзолистых почв из эродированных и оглеенных вариантов.

Сочетания и количественные соотношения агрономических групп почв в пределах земельных контуров на рассматриваемой территории очень разнообразны и решающее значение при этом имеет рельеф, степень дренированности и расчлененности в целом всей территории, а также сложность и выраженность мезо- и микрорельефа каждого контура отдельно.

## 2.6. Параметры модели

*Особенности почвенного профиля.* При характеристике параметров модели мощность пахотного и подпахотного слоев принята равной 40 см. Верхние горизонты профиля – А<sub>1</sub>А<sub>2</sub> (А), А<sub>2</sub>В - полностью (или частично) вовлечены в пахотный слой. Его гранулометрический состав - средне- или легкосуглинистый. Вниз по профилю обычно наблюдается утяжеление гранулометрического состава.

*Особые условия достижения параметров*

Модельные параметры достигаются при условии своевременного и тщательного проведения всех технологических приемов возделывания основных культур. Факторы, лимитирующие оптимальные условия достижения модельных параметров плодородия и высокой продуктивности, сняты. Урожайность (ц/га) стабильно высокая: зерновых около 40 - 45, многолетних трав (сено) около 80 (два укоса), однолетних (зеленая масса) в пределах 270 - 280, картофеля 270 - 350.

В годы оптимального сочетания тепла и влаги урожайность зерновых на модельных почвах может достигать 70, многолетних трав (сено) - 110, а картофеля - 400.

Одним из факторов достижения модельных параметров является создание мощного окультуренного пахотного слоя (до 35 - 40 см). Это подтверждается уже имеющимся опытом передовых хозяйств. Создание глубокого гомогенного пахотного слоя требует 10-15 лет при обязательном применении известкования, внесения органических и минеральных удобрений. При этом необходимо довести в нем содержание гумуса до 2,0 - 2,5 %.

Ориентировочные сроки достижения почвой параметров модели около 15 -20 лет.

## Вопросы для самоконтроля

1. Общие сведения о модели плодородия дерново-подзолистой почвы.
2. Характеристика климатических параметров.
3. Характеристика рельефа территории.
4. Почвообразующие породы, на которых формируются дерново-подзолистые почвы.
5. Структура почвенного покрова.
6. Агрономическая совместимость почв.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Добровольский, Г. В.** География почв: учебник / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2004. – 458 с. –ISBN 5-9532-0254-7.
2. **Ковриго, В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : КолосС, 2008. - 439 с. - ISBN 978-5-9532-0483-5.
3. **Наумов, В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. - М. : КолосС, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9532-0484-2.

**4. Синицына, Н. Е.** Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика: учебное пособие / Н. Е. Синицына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Павлова. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7011-0641-1.

**5. Синицына, Н. Е.** Оценка агромелиоративных и экологических приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв Засушливого Поволжья. / Н. Е., Т. И. Павлова, Ю. М. Мохонько. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 260 с. - ISBN 978-5-7011-0750-0.

*Дополнительная*

**1. Муха, Д. В.** Агрочвоведение. / Д. В. Муха. – М. : Колос. 1994, - 528 с.

**2. Синицына, Н. Е.** Почвы Саратовской области. / П. Н. Гришин, В. В. Кравченко, В. И. Губов, Т. И. Павлова: учебн. пособие. – Саратов : изд-во Саратов. ун-та, 2010. – 100 с.

**3. Савич, В. И.** Оценка почв. / В. И. Савич, Х. А. Амергужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 544 с.

4. <http://library.sgau.ru>

5. <http://elibrary.ru>

6. <http://polpred.com>

7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

8. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

### Лекция 3

## ПАСПОРТ МОДЕЛИ ВЫСОКОГО ПЛОДОРОДИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ И ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

### 3.1. Паспорт модели высокого плодородия серых лесных почв

#### Общие сведения о модели

1. *Название почвы, которая принимается в качестве модели:*

Серая лесная на лессовидных суглинках.

2. *Название разновидностей почв, свойства которых оптимизируются до уровня параметров модели:*

Почвы - средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

3. *Территория (область, край, республика), на которой выделена и получена данная модель:*

Московская область, Озерский и Каширский административные районы; Калужская область, Перемышльский административный район.

4. *Территория (область, край, республика), на которую может быть распространена модель:*

Области Центрального экономического района, где распространены серые лесные почвы: Брянская, Владимирская, Ивановская, Калужская, Московская, Орловская, Рязанская, Тульская, Ярославская.

1. Площадь пашни, на которую может быть распространена модель: вся площадь пашни на серых лесных почвах средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава составляет 1,4 млн. га, что равно около 10 % всей площади пашни Центрального экономического района. Данные разновидности являются преобладающими, они занимают около 99 % пашни на серых лесных почвах.

Площадь пашни составляет (тыс. га): в Брянской области - 233, Владимирской - 50, Ивановской - 15, Калужской - 27, Московской - 132, Орловской - 383, Рязанской - 267, Тульской - 313, Ярославской - 6.

**Климатические параметры.** Климат умеренно влажный, умеренно и среднеконтинентальный (коэффициент континентальности 155 - 180). Увлажнение территории варьирует от несколько недостаточного до достаточного. Среднегодовое количество осадков 425 - 575 мм, коэффициент увлажнения 0,85 - 1,15. Вероятность избыточно влажных лет 10 - 20 %, влажных 25 - 30 %, полувлажных и засушливых 20 - 40 %.

Снежный покров (до 40 - 50 см) устанавливается в среднем в конце ноября и сходит в начале апреля.

Теплообеспеченность для большинства возделываемых здесь культур средняя. Суммы температур более 10<sup>0</sup> С составляют 2100 - 2350<sup>0</sup>. Средняя температура июля 18,5 ... 19,0<sup>0</sup>, января - 9 ... -14<sup>0</sup>. Продолжительность периода с температурами выше 0<sup>0</sup> - 200 - 220 дней, с температурами выше 100 - 145 дней, безморозного периода 145 - 150 дней.

**Рельеф.** Территория представляет собой сочетание равнинных (Окско-Донская равнина) и отрогов северной части Среднерусской возвышенности. На равнинах (абсолютные отметки высот 150 - 175 м) глубина местных базисов эрозии до 150 м, горизонтальное расчленение 0,5 - 1,5 км/км<sup>2</sup>. Большая часть территории характеризуется хорошим и удовлетворительным естественным дренажом. Для возвышенностей (абсолютные отметки высот 200 - 270 М) характерны более глубокие местные базисы эрозии, значительное расчленение. Микрорельеф выражен в виде округлых и вытянутых замкнутых форм (понижения, блюдца, западины).

**Особенности территории.** Территория приурочена к северной части лесостепной зоны и опольям южнотаежно-лесной зоны. По растительности территория относится к широколиственной полосе. Длительность земледельческого использования территории привела к очень

высокой распашке (в среднем она достигает 55 %).

Наиболее распространенными почвообразующими породами являются лессовидные суглинки мощностью от 2 - 3 до 10- 15 м, иногда карбонатные в нижней части почвенного профиля.

Водный режим почв промывной или периодически промывной.

**Структура почвенного покрова.** Основным компонентом структуры почвенного покрова данной территории служат сочетания и комплексы серых лесных почв с эродированными вариантами. С агрономической точки зрения эти структуры почвенного покрова относятся к однородным.

Несовместимые варианты структур почвенного покрова представлены обычно сочетаниями среднесмытых (в том числе и сильносмытых) и глеевых почв с неэродированными (или слабо смытыми) и не переувлажненными серыми лесными почвами. На таких участках требуется проводить качественно различные системы агротехнических и других мероприятий.

#### **Параметры модели**

Особенности почвенного профиля: а) горизонт  $A_1$  ( $A_1A_2$ ) - полностью или частично вовлечен в пахотный слой; мощность агрономического слоя около 40 см; б) содержание физической глины (менее 0,01 мм) в мелкоземе чаще всего варьирует в пределах 35 - 47 %; в) дифференциация профиля по гранулометрическому и валовому химическому составу выражена значительно слабее, чем у дерново-подзолистых почв.

**Отклонения фактических параметров свойств почв от параметров модели.** К особенностям почвенного профиля относится более выраженная распыленность пахотного слоя. Мощность агрономического слоя около 40 см.

#### **Особые условия достижения параметров модели**

Все агротехнические приемы проводятся своевременно и тщательно.

Этим достигаются расширенное воспроизводство плодородия почв и стабильно высокая урожайность сельскохозяйственных культур (зерновых около 40 ц/га). Ориентировочные сроки, необходимые для достижения параметров модели, в среднем 15 - 20 лет. Эти сроки определяют и необходимые изменения свойств почв.

#### **Сравнительная оценка плодородия почв**

Оценка уровня плодородия серых лесных почв включает почвенно-экологический индекс (Пэи) и баллы бонитетов в отношении ведущих сельскохозяйственных культур. Они рассчитаны для распространенных на территории Центрального района почв с различным уровнем агрохимических показателей и культурной почвы, представляющей собой модель.

### **3.2. Паспорт модели высокого плодородия выщелоченных черноземов**

#### **Общие сведения о модели**

*1. Название почвы, которая принимается в качестве модели:*

Чернозем выщелоченный мощный и среднемощный на лессовидных тяжелосуглинистых и легко глинистых отложениях.

*2. Название разновидностей почв, свойства которых оптимизируются до уровня параметров модели:*

Почвы тяжелосуглинистого и легкоглинистого гранулометрического состава.

*3. Территория (область, край, республика), на которой составлена модель:*

Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская и Саратовская области РСФСР.

*4. Территория (область, край, республика), на которую может быть распространена модель:*

Области ЦЧП РСФСР, где распространены выщелоченные черноземы:

Белгородская, Воронежская, Курская, Тамбовская, Липецкая, Саратовская. В значительной степени модель может быть распространена на лесостепные районы соседних с ЦЧП об-

ластей: Орловскую, Тульскую, Пензенскую, где в почвенном покрове преобладают выщелоченные и оподзоленные черноземы.

*5. Площадь пашни, на которую может быть распространена модель:*

Вся площадь пашни на эродированных выщелоченных и оподзоленных черноземах в ЦЧП, которая ориентировочно составляет 3217,9 тыс. га.

**Климатические параметры.** Климат умеренно и среднеконтинентальный полувлажный с довольно продолжительным теплым летом и относительно мягкой зимой. Коэффициент континентальности 163 - 178. Увлажнение в средние по осадкам годы близкое к достаточно-му. Среднегодовое количество осадков 470 - 550 мм, испаряемость 500 - 550 мм, коэффициент увлажнения 0,90 - 1,00. Вероятность влажных лет 30 - 40 %, полусухих и засушливых 30 - 45 %.

Теплообеспеченность удовлетворительная. Среднегодовая сумма температур больше 10<sup>0</sup> С составляет 2300 - 2600<sup>0</sup>. Средние температуры июля + 19,0 ... +20,0<sup>0</sup>, января -9 ... -11<sup>0</sup>. Периоды с температурами выше 0<sup>0</sup> и выше 10<sup>0</sup> достаточно продолжительные и составляют соответственно 215 - 230 и 140 - 155 дней. Безморозный период 140 - 150 дней. Начало полевых работ около 15 апреля, окончание 20 октября.

**Условия рельефа.** По условиям рельефа ЦЧП делится на две части.

Западную, приуроченную к Среднерусской возвышенности, и восточную к Окско-Донской низменности. Среднерусская возвышенность характеризуется сильной расчлененностью густой сетью долин и балок. Глубина местных базисов эрозии 100 - 120 м, горизонтальное расчленение 1,2 - 2,2 км/км<sup>2</sup>. Площадь средне- и сильноосмытых почв на пашне составляет в среднем около 20 %. Окско-Донская низменность характеризуется довольно густым, но неглубоким расчленением долинно-балочной сетью. Глубина местных базисов эрозии 30 - 50 м, горизонтальное расчленение около 1,0 км/км<sup>2</sup>. На плоских междуречьях широко распространены суффозионные западины блюдца диаметром 40 - 50 м и более, глубиной 0,5 - 1,5 м. Эрозия развита заметно слабее, чем на Среднерусской возвышенности. Средне- и сильноосмытых почв на пашне около 5 %. Особенности территории. Территория ЦЧП в целом интенсивно распахана. Выщелоченные черноземы распаханы очень сильно, в среднем на 70 %, местами на 80 % и более. В связи с длительным земледельческим использованием территории в условиях невысокой агротехники (недостаточное внесение органических удобрений, не соблюдение правильных севооборотов, противоэрозионных мероприятий и др.), а также в результате частой обработки почвы тяжелыми машинами и орудиями, исходно благоприятные водно-физические и физико-химические свойства выщелоченных черноземов в значительной мере ухудшены на преобладающей части территории.

На Среднерусской возвышенности основная площадь пашни расположена на склонах. Пашня на выровненных водораздельных пространствах с уклонами менее 1<sup>0</sup> составляет около 27 % от всей распаханной территории. Преобладает пашня на склонах с уклонами 1 - 30. На Окско-Донской низменности преобладает пашня на выровненных водоразделах, составляя более 80 % распахиваемой территории.

По гранулометрическому составу явно преобладают тяжелосуглинистые и глинистые почвы, которые занимают около 90 % площади пашни во всех областях ЦЧП, кроме Курской - около 65 %.

**Структура почвенного покрова.** На выровненных водораздельных поверхностях Среднерусской возвышенности и примыкающих к ним пологих склонах в почвенном покрове часто преобладают неэродированные выщелоченные черноземы. Нередко они занимают подчиненное положение в структуре почвенного покрова, а преобладают площади неэродированных типичных и реже оподзоленных черноземов. С агрономической точки зрения комбинации этих почв на территории (поля, участки) являются однородными, свойства почв и их производительность близкие.

На склонах расчлененной долинами и балками Среднерусской возвышенности структура почвенного покрова неоднородная. Здесь повсеместно отмечается формирование эрозионных сочетаний с преобладанием в качестве основных компонентов в разной степени смытых



выщелоченных и других подтипов черноземов. Местами на склонах встречаются небольшие пятна темно-серых и серых лесных почв. Наиболее часто на распаханых территориях несмытые выщелоченные и другие подтипы черноземов сочетаются со слабосмытыми черноземами, образуя агрономически неоднородные, совместимые структуры почвенного покрова. При включении в состав одного и того же поля (участка) агрономически неоднородных, но совместимых сочетаний, на них применяются однотипные или с небольшими различиями агротехнические и другие мероприятия.

Реже на фоне этих преобладающих сочетаний встречаются сочетания почв с более сильной степенью эродированности (средне- и сильно смытые черноземы различных подтипов). Такие структуры почвенного покрова относятся к агрономически несовместимым. На них требуется проводить качественно различные системы агротехнических, почвозащитных и других мероприятий. Поэтому их не следует включать в состав одного и того же поля (участка).

Для структур почвенного покрова Окско-Донской низменности характерными являются комбинации почв из черноземов выщелоченных и других подтипов с полугидроморфными аналогами черноземов – лугово-черноземными почвами. Последние формируются в условиях повышенного увлажнения, особенно в весенний период. Такие сочетания относятся к неоднородным, но совместимым структурам почвенного покрова.

Другой особенностью почвенного покрова низменности является характерное развитие мелко контурных сочетаний черноземов автоморфных и полугидроморфных с гидроморфными почвами депрессий (поверхностно-элювиально-глеевыми, луговыми солонцами и солоньями). Эти сочетания почв относятся к несовместимым структурам почвенного покрова.

Встречаются агрономически однородные массивы, представленные выщелоченными черноземами или сочетания их с оподзоленными и типичными черноземами. Сравнительно малое развитие получили сочетания незэродированных и в разной степени смытых черноземов, относящихся к агрономически неоднородным, но совместимым или агрономически несовместимым структурам почвенного покрова.

#### **Параметры модели**

Особенности почвенного профиля: а) гумусовый профиль ( $A_1 = 45 - 60$  см,  $A_1 + AB = 70 - 100$  см); б) вскипание от  $HC_1$  в нижней части почвенного профиля (гор. BC), чаще всего на глубине 120 - 150 см; в) мощность почвенного профиля ( $A_1 + AB + B + B_k + BC$ ) около 200 см; г) гранулометрический состав, % (содержание частиц  $< 0,01$  мм) 45 - 65 (до 72).

**Особенности систем земледелия при достижении параметров модели.** Главной целью систем земледелия является получение наибольшего количества качественной продукции с единицы площади при одновременном воспроизводстве и повышении плодородия почв. Системы земледелия многокомпонентны. Здесь рассмотрены лишь главные элементы систем земледелия, которые направлены на повышение плодородия почв. Обобщены научные принципы совершенствования структуры посевных площадей, приемов обработки почв и введения почвозащитных технологий, обоснованных систем удобрений и др. С помощью этих элементов систем земледелия регулируются свойства почв до уровня параметров модели. Они для всех подтипов автоморфных черноземов лесостепи являются однотипными (табл. 2.11).

#### **Особые условия достижения параметров модели**

Все агротехнические приемы проводятся своевременно и тщательно. Тем самым достигается расширенное воспроизводство плодородия почв и гарантируется стабильно высокая урожайность сельскохозяйственных культур: озимой пшеницы не менее 50 ц/га, свеклы сахарной около 500 ц/га.

Ориентировочные сроки, необходимые для достижения параметров модели, в среднем 15 - 20 лет.

## Вопросы для самоконтроля

1. Общие сведения о модели плодородия серой лесной почвы.
2. Характеристика климатических параметров.
3. Характеристика рельефа территории.
4. Почвообразующие породы, на которых формируются дерново-подзолистые почвы.
5. Структура почвенного покрова.
6. Агрономическая совместимость почв.
7. Общие сведения о модели плодородия чернозема выщелоченного.
8. Характеристика климатических параметров, рельефа, почвообразующих пород.
9. Структура почвенного покрова и модель плодородия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Добровольский, Г. В.** География почв: учебник / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2004. – 458 с. – ISBN 5-9532-0254-7.
2. **Ковриго, В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : КолосС, 2008. - 439 с. - ISBN 978-5-9532-0483-5.
3. **Наумов, В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. - М. : КолосС, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9532-0484-2.
4. **Синицына, Н. Е.** Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика: учебное пособие / Н. Е. Синицына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Павлова. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7011-0641-1.
5. **Синицына, Н. Е.** Оценка агромелиоративных и экологических приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв Засушливого Поволжья. / Н. Е., Т. И. Павлова, Ю. М. Мохонько. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 260 с. - ISBN 978-5-7011-0750-0.

### *Дополнительная*

1. **Муха, Д. В.** Агрочесоведение. / Д. В. Муха. – М. : Колос. 1994, - 528 с.
2. **Синицына, Н. Е.** Почвы Саратовской области. / П. Н. Гришин, В. В. Кравченко, В. И. Губов, Т. И. Павлова: учебн. пособие. – Саратов : изд-во Саратов. ун-та, 2010. – 100 с.
3. **Савич, В. И.** Оценка почв. / В. И. Савич, Х. А. Америкужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 544 с.
4. <http://library.sgau.ru>
5. <http://elibrary.ru>
6. <http://polpred.com>
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Лекция 4

### ПАСПОРТ МОДЕЛИ ВЫСОКОГО ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ЮЖНОГО

#### 4.1. Общие сведения о модели

1. *Название почвы, которая принимается в качестве модели:*

Чернозем южный среднemocный малогумусный на желто- и красно-бурых глинах.

2. *Название разновидностей почв, свойства которых оптимизируются до уровня параметров модели:*

Почва тяжелосуглинистого и тинистого гранулометрического состава.

3. *Территория (область, край, республика), на которой составлена модель:*

Ростовская область (северо-западная часть: Чертково-Боковско-Тарасовский район).

4. *Территория (область, край, республика), на которую может быть распространена модель:* Волгоградская, Ростовская, Саратовская.

5. *Площадь пашни, на которую может быть распространена модель:*

Вся площадь пашни на незероэродированных южных черноземах, которая ориентировочно составляет 3267,0 тыс. га.

#### 4.2. Агроэкологические и геоморфологические условия территории распространения модели

**Климатические параметры.** Климат полусухой

среднеконтинентальный. Коэффициент континентальности - 180 - 185. Увлажнение в среднем по осадкам года недостаточное. Среднегодовое количество осадков - 400 - 450 мм, испаряемость - 600 - 700 мм, коэффициент увлажнения - 0,63 - 0,71. Вероятность влажных и полувлажных лет - 15 - 25 %, полусухих и сухих - 40 - 50 %.

Теплообеспеченность достаточно высокая. Среднегодовая сумма температур более 10<sup>0</sup>С составляет 2700 - 3000<sup>0</sup>С. Средние температуры июля +21 ... +23<sup>0</sup>С, января -7 ... -10<sup>0</sup>С. Период с температурой выше 0<sup>0</sup>С - 240 -250 дней, с температурой выше 10<sup>0</sup>С - 160 -175 дней, безморозный период - 165 - 170 дней. Начало полевых работ - 1 - 10 апреля, окончание - 25 - 30 октября. Морозоопасность средняя.

**Рельеф.** Территория представляет собой сочетание увалистых равнин и невысоких возвышенностей, относящихся к южной части Окско-Донской низменности. Рельеф плоскоравнинный с неглубоким и негустым балочным расчленением и западным микрорельефом. Абсолютные высоты на большей части территории - около 200 м над уровнем моря. Глубина местных базисов эрозии - 50 - 150 м, густота горизонтального - около 1,0 км/км<sup>2</sup>. Средне- и сильносмытые почвы на пашне занимают в среднем 5 -15 % площади.

Распаханность территории довольно высокая, в среднем около 60 - 65 %. Значительная площадь пашни расположена на склонах, занимая около 50 % распаханной территории. Пашня расположена, как правило, на пологих склонах крутизной до 3<sup>0</sup>. По гранулометрическому составу почвы тяжелосуглинистые и глинистые (до 90 %), почвообразующие породы - желто-бурые карбонатные и красно-бурые структурные гипсоносные глины, относящиеся к отложениям четвертичной системы и характеризующиеся плотным сложением, трещиноватостью, призматической структурой, меньшей карбонатностью чем лессовидные породы и тяжелым гранулометрическим составом (до 75 % физической глины).

Водный режим южных черноземов непромывной с редким, весенним промачиванием.

#### 4.3. Структура почвенного покрова и параметры модели

Почвенный покров представлен сочетаниями южных и обыкновенных черноземов, а так-

же их эродированными вариантами, особенно на склонах южной экспозиции. Встречаются также сочетания с более легкими и солонцеватыми почвами. При определении агрономически совместимых ареалов используют в качестве одного из простых критериев - мощность гумусового горизонта. Учитываются также крутизна склона и параметры почвенных свойств, имея ввиду и гранулометрический состав и солонцеватость.

### **Параметры модели**

Особенности почвенного профиля: а) гумусовый профиль ( $A_1= 30 - 45$  см,  $A_1B$  - до 70 см); б) вскипание от  $HC_1$  чаще всего в нижней части гор.  $A_1$ , на глубине 35 - 50 см; в) мощность почвенного профиля около 200 см; г) гранулометрический состав: содержание частиц меньше 0,01 мм - 60-70 %.

Особенности систем земледелия при достижении параметров модели Важнейшим фактором, лимитирующим плодородие южных черноземов, является недостаток влаги, особенно в период онтогенеза сельскохозяйственных культур. В связи с этим первостепенное значение приобретают мероприятия, направленные на накопление и сохранение влаги в почве. Невысокий уровень культуры земледелия приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. В связи с этим ниже приводятся основные элементы систем земледелия, позволяющие оптимизировать свойства почв до уровня параметров эталона.

Одним из основных условий достижения параметров модели является ежегодное и своевременное проведение всех технологических операций в соответствии с онтогенетически необходимыми сроками. При соблюдении положительного баланса в накоплении органического вещества и питательных элементов достигается расширенное воспроизводство плодородия почв и стабильно высокая урожайность сельскохозяйственных культур: в средние по погодным условиям годы на уровне 50 - 60 ц/га озимой пшеницы и ячменя, 500 - 600 ц/га зеленой массы кукурузы.

Ориентировочные сроки, необходимые для достижения параметров модели, в среднем составляют 15 - 20 лет.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Общие сведения о модели плодородия чернозема южного.
2. Характеристика климатических параметров.
3. Характеристика рельефа территории.
4. Почвообразующие породы, на которых формируются дерново-подзолистые почвы.
5. Структура почвенного покрова.
6. Агрономическая совместимость почв.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. **Добровольский, Г. В.** География почв: учебник / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2004. – 458 с. – ISBN 5-9532-0254-7.
2. **Ковриго, В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : КолосС, 2008. - 439 с. - ISBN 978-5-9532-0483-5.
3. **Наумов, В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. - М. : КолосС, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9532-0484-2.
4. **Синицына, Н. Е.** Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика: учебное пособие / Н. Е. Синицына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Павлова. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7011-0641-1.
5. **Синицына, Н. Е.** Оценка агромелиоративных и экологических приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв Засушливого Поволжья. / Н. Е., Т. И. Павлова, Ю. М. Мохонько. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 260 с. - ISBN 978-5-7011-0750-0.

*Дополнительная*

1. **Муха, Д. В.** Агрочвоведение. / Д. В. Муха. – М. : Колос. 1994, - 528 с.
2. **Синицына, Н. Е.** Почвы Саратовской области. / П. Н. Гришин, В. В. Кравченко, В. И. Губов, Т. И. Павлова: учебн. пособие. – Саратов : изд-во Сарат. ун-та, 2010. – 100 с.
3. **Савич, В. И.** Оценка почв. / В. И. Савич, Х. А. Амергужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 544 с.
4. <http://library.sgau.ru>
5. <http://elibrary.ru>
6. <http://polpred.com>
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Лекция 5

# ОЦЕНКА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ЛИМИТИРУЮЩИХ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, УХУДШАЮЩИХ УСЛОВИЯ ОБРАБОТКИ

### 5.1. Факторы, лимитирующие развитие растений

Плодородие почв, их качество, а следовательно, и стоимость зависит от многих свойств почв. При использовании почв, как средства сельскохозяйственного производства, оптимальные для выращивания культуры подбирают с учетом их экологических требований, климатических условий, технологических и водоохранных ограничений, свойств почв при дальнейшем уточнении подбора культур с учетом уровня интенсификации производства и факторов рыночных отношений.

В ряде стран оптимальные для определенных растений агрохимические и физико-химические свойства почв разработаны более детально. Они учитываются и при подборе оптимальных свойств почв под определенные культуры. Экологические ограничения выращивания сельскохозяйственных культур обусловлены возможными нарушениями в системе почва, в растениях, в других компонентах экологической системы. Деградация почв в результате неправильного сельскохозяйственного использования обусловлена чрезмерно высокими дозами удобрений, мелиорантов и ядохимикатов, неправильной системой их применения, чрезмерно высокими механическими нагрузками на почву, неправильным подбором сочетания и чередования культур на полях, излишне высоким уровнем распашки территории; ошибками в осушении и орошении почв, загрязнением территории, получением урожая, выше допустимого для данных почв уровня. Экологические издержки при выращивании растений обусловлены получением загрязненной продукции, продукции с резко измененным химическим и биохимическим составом, неблагоприятным для технологической переработки, потребления людьми и животными. Неблагоприятные изменения водной и воздушной среды обусловлены деградацией почв, увеличением миграционных потоков в сопредельные среды выше допустимых пределов, изменением рельефа, гидрологии и гидротермического режима территории.

### 5.2. Пригодность земель для возделывания сельскохозяйственных культур

Почвы, оптимальные для выращивания елок, не пригодны для выращивания полевых культур; почвы, хорошие для выращивания овощей в пойме рек, не подходят для садов и т.д. При определенной степени деградации почв они также в различной степени пригодны под те или иные культуры.

Определенными особенностями обладает про ведение мониторинга и при действии на почву различных факторов деградации. При рекреационных нагрузках и депрессии оценивается их влияние на плотность почв, проективное покрытие, состав ассоциаций, состав биоты, гумус, развитие водной и ветровой эрозии, опустынивание. Уменьшение биопродуктивности угодий приводит и к уменьшению свежееобразованного органического вещества, а следовательно, к уменьшению структурообразующей способности почвенного раствора, его биологической активности и протекторной функции. Это приводит и к изменению водно-физических свойств почв, почвенных вод, приземного слоя воздуха.

Подкисление почв происходит под влиянием кислых дождей, применения физиологически кислых удобрений, кислых продуктов, появление которых обусловлено протекающими почвообразовательными процессами. Для оценки влияния кислых продуктов на компоненты экологической системы оценивается состав кислых продуктов, интенсивность воздействия, продолжительность воздействия. При этом величина рН определяет возможность протекания отдельных деградационных процессов, а количество ионов водорода - интенсивность воздействия. При мониторинге кислых почв оценивают рН, количество кислых продуктов, бу-

ферные системы в кислом интервале, ферментативную и микробиологическую активность, гумусовое состояние.

В легких по гранулометрическому составу почвах подкисление не вызывает появление токсичных концентраций в растворе железа, алюминия, марганца. В незагрязненных почвах подкисление не вызывает значительного увеличения концентрации в почве и в растворе подвижных форм свинца, кадмия и т.д., а в загрязненных почвах при мониторинге их определение необходимо.

Обобщенным индикатором влияния подкисления на почвенную систему является фитотоксичность, проективное покрытие и состав видов биоты. Следует учитывать, что подкисление изменяет устойчивость к воздействию других факторов деградации. Подкисление почв уменьшает их устойчивость к загрязнению тяжелыми металлами, переуплотнение, но увеличивает устойчивость к развитию анаэробных процессов и т.д. В связи со значительными изменениями при подкислении почв потоков вещества, необходимы исследования состояния водной и воздушной среды, растительного покрова.

К экологическим последствиям осушения относят следующие: интенсивную минерализацию в почвах легкого гранулометрического состава, вынос дренажных элементов с грунтовыми водами. В органогенных почвах - это обезвоживание органического вещества, его гидрофобизация, минерализация торфа при образовании значительных количеств  $\text{NH}_4$ . На сопредельных территориях происходит опускание уровня грунтовых вод, изменение почвенного покрова, свойств почв, их плодородия. Усиливаются эрозионные процессы. Происходит изменение химического состава поверхностных и грунтовых вод. Существенно меняется почвенный покров и биопродуктивность сопредельных территорий.

Особенностью проведения мониторинга при осушении почв является анализ состояния и изменений сопредельных территорий и сред. Учитывается, что при осушении происходит опускание уровня грунтовых вод, пересыхание мелких рек, потери в рыбном и лесном хозяйстве, изменения в качестве грунтовых вод, усиление паводков, развитие водной и ветровой эрозии, депрессии и рекреации, возникновение пожаров, существенные изменения почвенного и растительного покрова.

Орошение почв является одним из эффективных приемов мелиорации.

Однако, в ряде случаев, оно сопровождается нарушением экологического равновесия, падением плодородия почв и урожайности с/х культур. Это связано как с плохим качеством выполнения работ и несоблюдением технологических условий, так и со слабой разработкой теоретических основ изменения почв и ландшафтов при орошении. Наиболее частыми случаями негативного влияния орошения на экосистемы являются следующие: поднятие уровня грунтовых вод и подтопление сопредельных территорий, подтопление участков в пониженных элементах рельефа, образование восстановленных продуктов при временном избыточном увлажнении почв ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , сероводорода, метана, ацетилена, повышенной концентрации углекислого газа в почвенном воздухе, восстановленных органических соединений); увеличение количества в почвах подвижного алюминия до 200 мг на 100 г при токсичной концентрации 7 мг/100 г; выщелачивание из почв кальция и возникновение кальциевого дефицита; резкое уменьшение разнообразия ферментов и микроорганизмов; нарушение сукцессии микроорганизмов при разложении органических остатков; увеличение фульватности гумуса и его вымывания за пределы корнеобитаемого слоя.

### Вопросы для самоконтроля

1. Факторы, лимитирующие развитие растений.
2. От чего зависит деградация почв?
3. Пригодность земель для возделывания сельскохозяйственных культур.
4. Оптимальные параметры свойств почв для произрастания различных растений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. **Добровольский, Г. В.** География почв: учебник / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2004. – 458 с. – ISBN 5-9532-0254-7.
2. **Ковриго, В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : КолосС, 2008. - 439 с. - ISBN 978-5-9532-0483-5.
3. **Наумов, В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. - М. : КолосС, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9532-0484-2.
4. **Синицына, Н. Е.** Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика: учебное пособие / Н. Е. Синицына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Павлова. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7011-0641-1.
5. **Синицына, Н. Е.** Оценка агромелиоративных и экологических приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв Засушливого Поволжья. / Н. Е., Т. И. Павлова, Ю. М. Мохонько. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 260 с. - ISBN 978-5-7011-0750-0.

### *Дополнительная*

1. **Муха, Д. В.** Агрочесоведение. / Д. В. Муха. – М. : Колос. 1994, - 528 с.
2. **Синицына, Н. Е.** Почвы Саратовской области. / П. Н. Гришин, В. В. Кравченко, В. И. Губов, Т. И. Павлова: учебн. пособие. – Саратов : изд-во Саратов. ун-та, 2010. – 100 с.
3. **Савич, В. И.** Оценка почв. / В. И. Савич, Х. А. Америкужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 544 с.
4. <http://library.sgau.ru>
5. <http://elibrary.ru>
6. <http://polpred.com>
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>



## Лекция 6

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

### 6.1. Общие экологические принципы оценки

С экономической и экологической точки зрения, существуют пределы степени распашки территории, повышения плодородия почв и урожая сельскохозяйственных культур. Они определяются допустимым уровнем воздействия на систему вещества и энергии. Проблема экологических последствий антропогенных, часто необратимых, изменений почв, являющихся основным природным ресурсом сельского хозяйства, с каждым годом все острее и острее встает перед теорией и практикой. Однако, теоретические и методические принципы экологической паспортизации сельскохозяйственных угодий, а тем более оптимизации на них экологической обстановки, разработаны недостаточно. Имеются решения только частных вопросов, во-первых, без учета всех взаимосвязей в экологической системе и, во-вторых, на уровне установления качественных зависимостей, но не корректного расчета происходящих физико-химических, биохимических и других трансформаций и превращений. Существующие математические модели являются, как правило, эмпирическими, чаще очень упрощенные с точки зрения физикохимии и биологии процессов. Прочеты при реализации этих моделей приводят не только к дальнейшему нарушению экологической обстановки, но и к большим экономическим потерям.

Почва является биокосным телом. При этом, для ее развития, как и для всех неживых систем, характерна тенденция к росту энтропии, потере информации, убыванию свободной энергии. В то же время, так как почва формируется под влиянием зеленых растений, то для нее также характерна тенденция к накоплению информации, негэнтропии, свободной энергии.

В соответствии с принципами энергоэнтропии в каждом классе материальных систем преимущественное развитие получают те, которые при данной совокупности внутренних и внешних условий достигают максимального значения негэнтропии или максимальной энергетической эффективности (КПД, долговечности, надежности). Это характерно для прогрессивно развивающихся почв. При нарушении экологической обстановки происходит деградация почв, начинают преобладать тенденции к возрастанию энтропии, рассеянию вещества и энергии, уменьшению свободной энергии системы. В связи с этим, решение экологических проблемных ситуаций может быть направлено как на уменьшение энтропии, так и на увеличение свободной энергии.

Экологическая оценка плодородия почв направлена на решение следующих задач: 1) оценку экологического состояния почв, как компонента экологической системы с целью выбора путей оптимизации обстановки для избежания деградации всей экологической системы; 2) оценку допустимых пределов антропогенных воздействий на почву (в том числе, допустимых норм удобрений, ядохимикатов, степени распашки территории и т.д.). Выбор оптимальных вариантов воздействия на почву; 3) оценку допустимых пределов урожайности отдельных культур, определяемых необходимостью сохранения экологического равновесия; 4) подбор адаптивно-ландшафтных систем земледелия, обеспечивающих максимальный КПД использования солнечной и антропогенно затраченной энергии при соблюдении экономической и экологической целесообразности.

При этом для оценки и оптимизации экологического состояния системы почва - растение - окружающая среда необходимо придерживаться ряда принципов. С нашей точки зрения, для оценки экологического состояния системы почва - растение - окружающая среда необходимо придерживаться следующих принципов.

1. Почва является открытой термодинамической системой, обменивающейся веществом, энергией и информацией с внешней средой. Регулирование степени открытости системы - мощный рычаг управления ее развитием.

2. Все части почвы связаны с целым функциональным ее механизмом и только через это

целое взаимодействуют между собой.

3. Отмечается аддитивное взаимодействие, синергизм и антагонизм взаимного влияния компонентов экосистемы, внешних факторов, свойств, процессов и режимов.

4. Миграция веществ и формирование профиля почв - есть функция векторов и скалярных величин различных физических полей, действующих на мигрант.

5. При оценке экологического состояния системы почва - растение - среда мы имеем дело с саморазвивающейся экологической системой, представляющей собой совокупность подсистем, объединенных общим процессом развития, совершающимся на основе внутренних противоречий и воспроизводящим необходимые для своей целостности условия. Вся рассматриваемая экологическая система состоит из отдельных функциональных систем, представляющих собой совокупность взаимодействующих элементов, объединенных общей функцией или специфической ролью в процессе саморазвития. Такими взаимосвязанными функциональными системами являются почва - растение - микроорганизмы - животный мир - водная и воздушная среда - человеческое общество. С ними тесно связаны неразвивающиеся искусственные системы, созданные человеком. В свою очередь, каждая из указанных функциональных систем включает ряд функциональных подсистем. Так, в почве тесно взаимосвязаны микроорганизмы, животные, грибы, растения, компоненты твердой фазы, водной и воздушной среды, различные виды полей.

В связи с указанным, важным принципом экологической паспортизации является оценка и оптимизация всех компонентов экологической системы (в том числе и человека) в их взаимосвязи во времени.

6. В природе существует единое энергетическое информационное поле, которое идентифицируется по параметрам концентрационных, магнитных, электрохимических, гравитационных, осмотических и других полей. Все поля тесно взаимосвязаны друг с другом, и изменение одного поля меняет и другие поля. Загрязнение среды также вызывает изменение всех полей в системе, и для оптимизации обстановки возможно воздействие на одно из полей. При этом адекватно будут меняться и другие.

7. Каждое поле, существующее в системе «почва - растение - среда», характеризуется кодом: напряженностью, частотой, периодичностью, временем воздействия, мощностью, градиентом между компонентами системы и т.д. для оценки экологического состояния системы необходимо изучение и характеристика всех составляющих кода. Угнетение системы возможно и при неблагоприятном изменении одного из параметров полей, градиента между компонентами системы. Это определяет возможность оптимизации обстановки при прямом или косвенном воздействии одним из параметров кода или на градиент между компонентами системы.

8. Оптимальные величины параметров кода экологической системы определяются равновесием со средой и, в связи с этим, для разных условий неодинаковы, что важно при разработке ПДК. Показатели кода резко меняются при изъятии образца из системы, а тем более при его высушивании и растирании. Необходимо изучение живых объектов почва - растение - среда в динамике, так как только в этих случаях можно определить состояние системы с учетом всех полей, с учетом режимов протекающих процессов, их эволюции.

Почва является зеркалом ландшафта. Все потоки вещества и энергии, водных и воздушных токсикантов проходят через почву, трансформируются в ней. Поэтому решение экологических проблем без детального изучения процессов, протекающих при этом в почве, невозможно.

9. Существующие в почве энергетические и информационные поля связаны между собой сложными зависимостями, характерными для отдельных лимитов изучаемых параметров (полей, кода полей). Для корректной экологической паспортизации необходимо составление физико-химической модели происходящих процессов на уровне эмпирических, полурациональных и рациональных формул и алгоритмов, при последовательном их уточнении. При этом необходимо не только вычисление статических величин, но также градиентов полей во времени и в пространстве, выяснение режимов и процессов.

Большое значение в экологической оценке плодородия почв имеют законы, определяющие развитие экологических систем.

Закон внутреннего динамического равновесия состоит в том, что изменение одного из показателей системы вызывает функционально-структурные количественные и качественные перемены; при этом сама система сохраняет общую сумму вещественно-энергетических качеств.

Важным принципом экологической паспортизации является комплексная оценка экологических и трофических взаимосвязей на уровне, диктуемом экономическими возможностями исследования. Успешное решение экологических проблем возможно только в том случае, если при этом не угнетается ни один компонент биогеоценоза, не происходит нарушение трофических связей. Воздействия на систему с целью ее оптимизации являются наиболее эффективными, если они проводятся при достижении резонанса воздействия и режима протекающих в системе процессов, определяемых эволюционной и генетической периодичностью.

Закон неустранимости отходов или побочных продуктов свидетельствует о том, что в любом хозяйственном цикле образуются отходы и побочные эффекты. Они неустранимы, но могут быть переведены из одной Физико-химической формы в другую, или перемещены в пространстве.

Нарушение экологического равновесия, ограничение максимальной продуктивности агроценозов, биоценозов возможно не только в связи с техногенной нагрузкой, токсичными по величине антропогенными потоками вещества и энергии, но и обусловлено буферными свойствами почв, ландшафтов, гомеостатическими возможностями агроландшафтов. Для каждой экологической системы существует свой безопасный предел техногенной нагрузки, повышения плодородия почв, орошения, осушения, внесения химикатов, максимально возможной урожайности, саморазвития почв, трофических связей в экосистеме. При прогрессивном развитии экологическая система достигает характерного для каждой совокупности внешних и внутренних условий предела. Превышение уровня антропогенной нагрузки на один из компонентов системы, в том числе почву, приводит к нарушению взаимосвязей в системе, деградации одного или нескольких компонентов и, в целом, к уменьшению биопродуктивности.

## **6.2. Мониторинг почв сельскохозяйственного использования**

Агроэкологический мониторинг представляет собой общегосударственную систему наблюдения и контроля за состоянием и уровнем загрязнения агроэкосистем (и сопредельных с ними сред) в процессе интенсивной сельскохозяйственной деятельности. Существуют отличительные особенности функционирования агроэкосистем, по сравнению с природными экосистемами.

1. Агроценозы находятся вне сферы естественного отбора: эти системы создаются и поддерживаются человеком.

2. Агроценозы получают, наряду с солнечной энергией, дополнительное количество энергии, которую вносит в них человек.

3. Агроценоз полевых культур. Угнетение роста и развития основной культуры не может быть компенсировано усиленным ростом других видов растений. В результате устойчивость продуктивности агроценоза ниже, чем в естественных экосистемах.

4. В агроценозах период вегетации культивируемых растений короче вегетационного сезона. Время взаимодействия фитокомпонента с почвой намного короче, чем в естественных ценозах, что определяет интенсивность обменных процессов.

5. В агроценозах круговорот химических веществ не компенсирован, часто вещества изымаются из экосистемы безвозвратно. В агроценозах с хозяйственно полезной продукцией отчуждается 50-60% органического вещества от его количества.

6. Природные системы являются авторегуляторными, агроценозы - управляемыми человеком.

Основными принципами агроэкологического мониторинга являются: 1) комплексность, т.е. одновременный контроль за тремя группами показателей, отражающих наиболее существенные особенности variability агроэкосистем (показатели ранней диагностики изменений, показатели, характеризующие сезонные или краткосрочные изменения, показатели долгосрочных изменений); 2) непрерывность контроля за агроэкосистемой, предусматривающая строгую периодичность наблюдений по каждому показателю с учетом возможных темпов и интенсивности его изменений; 3) единство целей и задач исследований, проводимых разными специалистами (агрометеорологами, агрохимиками, микробиологами, почвоведом и т.д.) по согласованным программам под единым научно-методическим руководством; 4) системность исследований, т.е. одновременное исследование блока компонентов агроэкосистемы атмосфера - вода - почва - растение - животное - человек; 5) достоверность исследований, предусматривающая, что точность их должна перекрывать пространственное варьирование, что сопровождается оценкой достоверности отличий; 6) одновременность (совмещение, сопряженность) наблюдений по системе сообществ, расположенных в различных природных зонах.

В агроэкологическом мониторинге выделяются две взаимосвязанные на информационной базе подсистемы: научная и производственная. Научный мониторинг осуществляется по широкому спектру показателей на реперных точках (участках) постоянно. Производственный мониторинг включает мониторинг всех используемых площадей страны по сравнительно небольшому числу показателей раз в 10-15 лет.

При проведении мониторинга земель сельскохозяйственного использования отмечаются следующие особенности объекта: 1) большие площади нарушенных или деградированных земель; 2) в ряде случаев негативное воздействие на систему нельзя прекратить, что определяется необходимостью получения продуктов питания; 3) длительность воздействия; 4) комплексность воздействия многих факторов деградации на систему; 5) увеличение под влиянием сельскохозяйственного использования миграции веществ из почв в водную и воздушную среду; 6) для агрофитоценозов характерно коренное изменение объекта - изменение не только свойств, но также протекающих процессов и режимов, трофических связей; происходит создание нового рельефа, новых почв, коренное изменение растительного покрова (это наблюдается при разработке торфяных месторождений, осушении, орошении, планировании рельефа территории, устройстве водохранилищ, лесных полос); 7) изменения в агрофитоценозе под влиянием антропогенных воздействий в большинстве случаев целенаправленны; однако, при этом повышение урожайности часто сопровождается изменением устойчивости системы, деградацией почв, вод и других компонентов экологической системы; 8) деградация компонентов агрофитоценоза возникает как при увеличении допустимых уровней нагрузки на них (увеличением количества токсикантов), так и при изменении соотношения между элементами (отчуждаемыми и остающимися в почве), при обеднении почв.

При проведении мониторинга агрофитоценозов следует выделить следующие особенности: 1) мониторинг должен проводиться на отдельных элементах рельефа, различных почвах (типах, подтипах, родах, видах, разновидностях и разрядах), так как трансформация почв отдельных таксономических единиц под влиянием антропогенных воздействий существенно отличается. Мониторинг следует проводить с учетом структуры почвенного покрова, которая в значительной степени влияет на характер трансформации и миграции вещества в системе. Мониторинг следует проводить с учетом полей севооборотов, т.к. антропогенные нагрузки на поля многолетних трав, пропашных культур или залежи резко отличаются. Нагрузки отличаются для овощных и полевых севооборотов и т.д.

Мониторинг почв сельскохозяйственного использования тесно связан с их сертификацией и с сертификацией качества сельскохозяйственной продукции. Сертификация почв позволяет упростить сертификацию сельскохозяйственной продукции, выращиваемой на них. После подтверждения соответствия почв земельного участка нормативным требованиям по по-

казателям безопасности и качества для производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции возможна сертификация про изводимой на этом участке продукции по сокращенным схемам.

От качества почв зависит не только химический и биохимический состав продукции растениеводства, овощеводства, плодоводства, но и особенности ее хранения, транспортировки и переработки, стоимость на мировом рынке. Качество почв, в значительной степени, определяет качество чая, кофе, виноградных вин, продукции животноводства, качество льна и хлопка, возможность их окраски, качество каракуля, овчины и т.д. Качество почв и земель, а следовательно, параметры мониторинга, в значительной степени, зависят от характера использования земель и уровня интенсификации сельскохозяйственного производства.

### Вопросы для самоконтроля

1. Принципы оценки агроэкологических факторов.
2. Задачи экологической оценки плодородия почв.
3. Закон внутреннего динамического равновесия.
4. Принципы экологической паспортизации.
5. Мониторинг почв сельскохозяйственного использования.
6. Отличительные особенности функционирования агроэкосистем.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. **Добровольский, Г. В.** География почв: учебник / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2004. – 458 с. – ISBN 5-9532-0254-7.
2. **Ковриго, В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : КолосС, 2008. - 439 с. - ISBN 978-5-9532-0483-5.
3. **Наумов, В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. - М. : КолосС, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9532-0484-2.
4. **Синицына, Н. Е.** Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика: учебное пособие / Н. Е. Синицына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Павлова. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7011-0641-1.
5. **Синицына, Н. Е.** Оценка агромелиоративных и экологических приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв Засушливого Поволжья. / Н. Е., Т. И. Павлова, Ю. М. Мохонько. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 260 с. - ISBN 978-5-7011-0750-0.

#### *Дополнительная*

1. **Муха, Д. В.** Агрочвоведение. / Д. В. Муха. – М. : Колос. 1994, - 528 с.
2. **Синицына, Н. Е.** Почвы Саратовской области. / П. Н. Гришин, В. В. Кравченко, В. И. Губов, Т. И. Павлова: учебн. пособие. – Саратов : изд-во Сарат. ун-та, 2010. – 100 с.
3. **Савич, В. И.** Оценка почв. / В. И. Савич, Х. А. Амергужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 544 с.
4. <http://library.sgau.ru>
5. <http://elibrary.ru>
6. <http://polpred.com>
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Лекция 7

### ОЦЕНКА ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ПУТИ ЕГО УСТРАНЕНИЯ

#### 7.1. Загрязнение почв тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами

**Почва** – основной компонент наземных экосистем, который образовался в течение геологических эпох в результате постоянного взаимодействия биотических и абиотических факторов. Как сложный биоорганический комплекс почвы являются естественной основой функционирования экологических систем биосферы.

Охрана почв от загрязнений является важной задачей человека, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека. Загрязнения почвы трудно классифицируются, выделим главные:

3) **Тяжёлые металлы.** Данный вид загрязнений представляет значительную опасность для человека и других живых организмов, так как тяжёлые металлы нередко обладают высокой токсичностью и способностью к кумуляции в организме. В природе насчитывается 78 тяжелых металлов, а их общая масса не превышает 1,2 % общей массы литосферы. Чаще всего почва загрязняется такими тяжелыми металлами, как железо, марганец, медь, цинк, молибден, кобальт, ртуть, свинец, кадмий и др.

Во многих случаях тяжелые металлы содержатся в почвах в незначительных количествах и не являются вредными. Однако концентрация их в почве может увеличиваться за счет выхлопных газов транспортных средств, вывоза в поле ила станций очистительных вод, орошения стоковыми водами, отходов, остатков и выбросов, во время эксплуатации шахт и промышленных площадок, внесения фосфорных и органических удобрений, применения пестицидов и др. Излишек этих элементов или наличие некоторых токсичных элементов даже в очень незначительных количествах могут вызывать заболевание, или гибель растений.

Стойкость почв к загрязнению тяжелыми металлами разная, в зависимости от их буферности. Почвы с высокой адсорбционной способностью и соответственно высоким содержанием глины, а также органического вещества могут удерживать эти элементы, особенно в верхних горизонтах. Это свойственно карбонатным почвам и почвам с нейтральной реакцией.

Так, одним из токсичных тяжелых металлов является свинец. В почву свинец поступает из естественных и антропогенных источников. К первым принадлежат: силикатная пыль, галлоидные соединения, дым лесных пожаров, морские соли, метеоритная пыль, а из второго – сгорание этилового бензина, других видов топлива, инсектициды, распахивание земель, но др. Так, известно, что в настоящий момент в мире ежегодно производится около 3,5 тыс. тонн свинца, из которых от 2,5 тыс. тонн до 3,1 тыс. тонн сгорает с этиловым бензином.

Токсические концентрации свинца в почве для большинства растений находятся в пределах 1000-2000 мг/кг, однако некоторые виды растений погибают уже при содержимом его около 500 мг/кг. Например, в пшенице за концентрации 500-1000 мг/кг этого элемента наблюдается снижение урожайности на 10 %, в то время как овес без видимых изменений выдерживает загрязненность свинца до 1500 мг/кг почве, а некоторые виды растений даже – 10 г/кг почвы.

Свинец негативно влияет на биологическое свойство в почве, ингибируя активность ферментов (в особенности дегидрогеназу и уреазу) уменьшением интенсивности выделения углекислого газа и численности микроорганизмов. Свинец вызывает нарушение метаболизма микроорганизмов, особенно процессов дыхания и клеточного деления. Нагромождение свинца в организме человека может вызывать серьезные заболевания, такие, как свинцовые энцефалопатии, вырождения периферических нервов, венозный стаз, псевдосклероз, сердечная гипертензия, цирроз печени и др.

Существуют и другие металлы, загрязнение почв которыми негативно отражается на жизнедеятельности живых организмов. Однако если они содержатся в почве в концентрации,

что не превышают допустимую, при нейтральной величине рН, эти металлы не влияют негативно на растения, а, следовательно, на животных и людей. В тех случаях, когда концентрация тяжелых металлов (за исключением молибдена и селена) в почве превышает допустимые пределы, их токсичность можно блокировать путем изменения рН почвы к нейтральной или слабощелочной реакции, применяя известкование кислых почв, внося известняковые материалы. Кроме того, для снижения концентрации тяжелых металлов рекомендуется плантажная пахота на 40-50 см с вынесением на поверхность нижних горизонтов почв, которые содержат меньше тяжелых металлов. К радикальным мероприятиям борьбы из загрязнения почв принадлежит удаление поверхностного загрязненного слоя почвы, покрытия его, загрязненным слоем не менее 30 см, который бы исключал перемещение металлов из почвы в растения. Возможно также применения некоторых растений, которые осаждают и обезвреживают избыток тяжелых металлов в почве.

К агротехническим приемам борьбы с загрязненностью почв тяжелыми металлами принадлежат известкование и внесение органических удобрений. Благодаря известкованию удается в несколько раз уменьшить содержание свинца в сельскохозяйственных культурах, которые выращивают на загрязненных почвах. Известь наиболее эффективна на почвах, загрязненных кадмием. Высокими свойствами детоксикации характеризуются перегной, торф, компосты, а также цеолит. Большую роль в локализации тяжелых металлов играют зеленые насаждения. Существует и ряд биологических методов, например: выращивания растений, которые слабо реагируют на избыток тяжелых металлов в почве; выращивание на загрязненных почвах культур, которые не употребляют животные и люди. Наиболее загрязненные участки необходимо отводить под посадку леса и выращивание декоративных растений.

2) **Пестициды** – это химические средства борьбы с вредными организмами: насекомыми (инсектициды), болезнями (фунгициды), сорняками (гербициды), и др. Применение пестицидов, прежде всего, направлено на уменьшение вредных организмов и повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Но они могут находиться в почве в значительных количествах. Одним из негативных результатов применения пестицидов в агроэкологическом аспекте есть возможность нарушения существующего равновесия численности видов в конкретных популяциях. В результате химических обработок погибают не только вредные организмы, но и много полезных видов. А исчезновение их из агроэкосистемы может привести к значительным изменениям в характере функционирования экосистемы в целом. Под воздействием пестицидов, может изменяться состав вредных насекомых и клещей, при этом на смену одних вредных организмов приходят другие.

По своей опасности для животных и человека они приближаются к предыдущей группе. Именно по этой причине был запрещён для использования препарат ДДТ (дихлор-дифенил-трихлорметилметан), который является не только высокотоксичным соединением, но, также, он обладает значительной химической стойкостью, не разлагаясь в течение десятков (!) лет. Следы ДДТ были обнаружены исследователями даже в Антарктиде!

Пестициды губительно действуют на почвенную микрофлору: бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли. Важной экологической характеристикой пестицидов является их способность мигрировать в профиле грунта и создавать тем самым опасность загрязнения грунтовых вод. Персистентность пестицидов в почве зависит от применяемой дозы и формы их внесения, адсорбционной способности, повторности обработок, распределения препарата в почве, типа почвы, добавок к пестицидам разных веществ, его рН, температуры, влажности, комбинации пестицидов и тому подобное.

В процессе решения вопроса эффективного и безопасного для окружающей среды применения пестицидов реализуются разные подходы. Постоянно совершенствуется ассортимент пестицидов за счет включения к ним менее токсичных и персистентных препаратов, разрабатывают и внедряют в практику новые технологии и мероприятия, которые позволяют снизить содержание в объектах окружающей среды остатков недостаточно «экологических» за своими характеристиками пестицидов и их негативное влияние на агрофитоценозы, животных и людей.

Важную роль в снижении и предотвращении негативных последствий интенсивного применения пестицидов в земледелии играет контроль за содержанием их остатков в объектах окружающей среды, растениеводческой продукции, кормах и продуктах питания растительного происхождения. Учет результатов контроля над остатками пестицидов позволяет существенно снизить или устранить полностью негативные последствия применения пестицидов.

Для защиты почвы от загрязнения совершенствуют способы применения пестицидов. Для предотвращения нагромождения стойких пестицидов в почвах необходимо шире чередовать пестициды с учетом их персистентности дифференцирования для различных грунтово-климатических зон. Снизить фитотоксичность остатков гербицидов могут также внесенные в почву разные вещества, которые влияют на гербициды. Такое влияние, в частности, имеет активированный уголь. Использование его в дозе от 150 до 600 кг/гектара существенно снижает или полностью устраняет фитотоксичное действие остатков гербицидов. В последние годы значительно сократилось использование порохообразных препаратов, и увеличился ассортимент в виде эмульсии и смачиваемых порошков, которые применяются путем опрыскивания, а также препаратов, в виде гранул.

**3) Радиоактивные вещества.** Хотя существуют природные источники загрязнений радиоактивными соединениями, но основная масса наиболее активных изотопов с небольшим периодом полураспада попадает в окружающую среду антропогенным путём.

Существенное значение в этом процессе имеют: форма соединений, в которых находятся радионуклиды, наличие в почве ионов, близких за химическими свойствами к радиоизотопам, pH среды, количество осадков, и некоторые грунтово-климатические условия. Да, из крутых склонов радионуклиды вместе с частицами почвы могут сноситься поверхностными стоками и накапливаться в низинах и водных источниках.

К радиоактивным элементам, которые могут загрязнять почву и является наиболее опасными принадлежат элементы с длительным периодом распада, такие как, например, Cs (50 лет) и Sr (27 лет).

В почве, особенно в ее верхнем горизонте, откуда они попадают в растения или животные, концентрируется наиболее опасный радиоактивный стронций  $^{90}\text{Sr}$  (стронций-90). Данный радиоактивный изотоп имеет высокий выход при ядерном делении (2 – 8%), большой период полураспада (28,4 года), химическое сродство с кальцием, а, значит, способность откладываться в костных тканях животных и человека, относительно высокую подвижность в почве. Совокупность вышеназванных качеств делают его весьма опасным радионуклидом. А также  $^{137}\text{Cs}$  (цезий-137),  $^{144}\text{Ce}$  (церий-144) и  $^{36}\text{Cl}$  (хлор-36) также являются опасными радиоактивными изотопами. Поскольку эти радиоактивные элементы имеют длительный период распада, их последующая судьба в почве, проникновения в растения представляют интерес для здравоохранения людей.

Потенциальными источниками радиоактивного загрязнения могут быть аварии или несчастные случаи на атомных установках.

## 7.2. Пути устранения загрязнения почв

Что касается охраны земель, то она включает систему организационных, экономических, правовых, инженерных и других мероприятий, направленных на защиту их от расхищения, необоснованных изъятий из сельскохозяйственного оборота, нерационального использования, вредных антропогенных и природных воздействий, в целях повышения эффективности природопользования и создания благоприятной экологической обстановки. Охрана земель и их рациональное использование осуществляются на основе комплексного подхода к угодыям как к сложным природным образованиям (экосистемам), с учетом их зональных и региональных особенностей. Система рационального использования земель должна носить природоохранный, ресурсосберегающий характер и предусматривать сохранение почв, ограниче-



ние воздействий на растительный и животный мир, геологические породы и другие компоненты окружающей среды. Охрана земель предусматривает:

- защиту земель от водной и ветровой эрозии, солей, от подветровой эрозии, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства, других процессов разрушения;

- рекультивацию нарушенных земель, повышение их плодородия и других полезных свойств;

- снятие и сохранение плодородного слоя почвы, с тем чтобы использовать его для рекультивации земель или повышения плодородия малопродуктивных угодий;

- установление особых режимов пользования для земельных участков, имевших природоохранное и историко-культурное значение.

Все землевладельцы, землепользователи и арендаторы, независимо от форм и сроков использования земель, осуществляют работы по защите и повышению качества земель за счет собственных средств и несут ответственность за ухудшение экологической обстановки на своем земельном участке и сопряженной территории, связанное с их деятельностью.

### Вопросы для самоконтроля

1. Загрязнение почв тяжелыми металлами.
2. Загрязнение почв пестицидами.
3. Загрязнение почв радиоактивными веществами.
4. Пути устранения загрязнения почв.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

**1. Добровольский, Г. В.** География почв: учебник / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2004. – 458 с. – ISBN 5-9532-0254-7.

**2. Ковриго, В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : КолосС, 2008. - 439 с. - ISBN 978-5-9532-0483-5.

**3. Наумов, В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. - М. : КолосС, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9532-0484-2.

**4. Сеницына, Н. Е.** Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика: учебное пособие / Н. Е. Сеницына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Павлова. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7011-0641-1.

**5. Сеницына, Н. Е.** Оценка агромелиоративных и экологических приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв Засушливого Поволжья. / Н. Е., Т. И. Павлова, Ю. М. Мохонько. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 260 с. - ISBN 978-5-7011-0750-0.

#### *Дополнительная*

**1. Муха, Д. В.** Агрочесоведение. / Д. В. Муха. – М. : Колос. 1994, - 528 с.

**2. Сеницына, Н. Е.** Почвы Саратовской области. / П. Н. Гришин, В. В. Кравченко, В. И. Губов, Т. И. Павлова: учебн. пособие. – Саратов : изд-во Саратов. ун-та, 2010. – 100 с.

**3. Савич, В. И.** Оценка почв. / В. И. Савич, Х. А. Амергужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 544 с.

4. <http://library.sgau.ru>

5. <http://elibrary.ru>

6. <http://polpred.com>

7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

8. <http://www.derev-grad.ru/pochvovedenie/pochvovedenie.html>

## Библиографический список

- 1. Добровольский, Г. В.** География почв: учебник / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во Моск. Ун-та: Наука, 2004. – 458 с. – ISBN 5-9532-0254-7.
- 2. Ковриго, В. П.** Почвоведение с основами геологии: учебник / В. П. Ковриго, И. С. Кауричев, Л. М. Бурлакова. - 2-е изд., доп. и перераб. - М. : КолосС, 2008. - 439 с. - ISBN 978-5-9532-0483-5.
- 3. Муха, Д. В.** Агропочвоведение. / Д. В. Муха. – М. : Колос. 1994, - 528 с.
- 4. Наумов, В. Д.** География почв: учебное пособие / В. Д. Наумов. - М. : КолосС, 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-9532-0484-2.
- 5. Савич, В. И.** Оценка почв. / В. И. Савич, Х. А. Амергужин, И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Ю. В. Федорин, Л. А. Карманова. – Астана, 2003. – 544 с.
- 6. Сеницына, Н. Е.** Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика: учебное пособие / Н. Е. Сеницына, П. Н. Гришин, А. М. Варюхин, В. В. Кравченко, Т. И. Павлова. – Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010. – 124 с. – ISBN 978-5-7011-0641-1.
- 7. Сеницына, Н. Е.** Оценка агромелиоративных и экологических приемов воспроизводства плодородия орошаемых почв Засушливого Поволжья. / Н. Е., Т. И. Павлова, Ю. М. Мохонько. – ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – 260 с. - ISBN 978-5-7011-0750-0.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>Лекция 1. Оптимальные свойства почв</b>	4
1.1. Модели плодородия почв	4
1.2. Особенности почв, как средства сельскохозяйственного производства	6
1.3. Совокупность оптимальных параметров плодородия почв	7
Вопросы для самоконтроля	8
Список литературы	8
<b>Лекция 2. Региональные эталоны плодородия почв</b>	9
2.1. Паспорт модели высокого плодородия дерново-подзолистой средне – и легкосуглинистой почвы	9
2.2. Климатические параметры	9
2.3. Рельеф территории, почвы которого приняты в качестве модели	10
2.4. Почвообразующие породы и структура почвенного покрова	11
2.5. Агрономическая совместимость почв	11
2.6. Параметры модели	12
Вопросы для самоконтроля	12
Список литературы	12
<b>Лекция 3. Паспорт модели высокого плодородия серых лесных почв и чернозема выщелоченного</b>	14
3.1. Паспорт модели высокого плодородия серых лесных почв	14
3.2. Паспорт модели высокого плодородия выщелоченных черноземов	15
Вопросы для самоконтроля	18
Список литературы	18
<b>Лекция 4. Паспорт модели высокого плодородия чернозема южного</b>	19
4.1. Общие сведения о модели	19
4.2. Агроэкологические и геоморфологические условия территории распространения модели	19
4.3. Структура почвенного покрова и параметры модели	19
Вопросы для самоконтроля	20
Список литературы	20
<b>Лекция 5. Оценка агроэкологических факторов, лимитирующих развитие сельскохозяйственных культур, ухудшающих условия обработки</b>	22
5.1. Факторы, лимитирующие развитие растений	22
5.2. Пригодность земель для возделывания сельскохозяйственных культур	22
Вопросы для самоконтроля	23
Список литературы	24
<b>Лекция 6. Экологическая оценка плодородия почв</b>	25
6.1. Общие экологические принципы оценки	25
6.2. Мониторинг почв сельскохозяйственного использования	27
6.3. Субтропические гумидные области	30
Вопросы для самоконтроля	29
Список литературы	29
<b>Лекция 7. Оценка почв разной степени загрязнения и пути его устранения</b>	30
7.1. Загрязнение почв тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами	30
7.2. Пути устранения загрязнения почв	32
Вопросы для самоконтроля	33
Список литературы	33
<b>Библиографический список</b>	34
<b>Содержание</b>	35