

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ)
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ЛАНДШАФТНОЙ ЭКОЛОГИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ОБЛАСТИ
ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ РОССИИ НА
СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Курс лекций

Казань – 2020

УДК 332.363

*Печатается по рекомендации
Учебно-методической комиссии института
экологии и природопользования КФУ
Протокол №4 от 10 июня 2020 г.*

Авторы-составители

канд. географ. наук, доц. Г.Р.Сафина

канд. географ. наук, доц. Федорова В.А.

Рецензент

доктор географ. наук, проф. О.П.Ермолаев

Сафина Г.Р., Федорова В.А.

Государственное управление и охрана земельных ресурсов России на современном этапе: курс лекций. Часть 2. Деградация почв и земель: эрозия, уплотнение, переувлажнение. / Г.Р. Сафина, Федорова В.А.– Казань: Казан. ун-т, 2020. – 114 с.

Курс лекций по дисциплине «Государственное управление в области охраны земельных ресурсов» предназначен для магистров, обучающихся по направлению «Землеустройство и кадастры» (Оценка и мониторинг земель). Вторая часть пособия знакомит студентов с такими видами деградации почв и земель как эрозия, уплотнение и переувлажнение.

УДК 911.5

© Сафина Г.Р., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Тема 1. Эрозия почв	4
1.1. Водная эрозия	5
1.2. Ветровая эрозия (дефляция)	61
Тема 2. Уплотнение почв	78
Тема 3. Переуплотнение почв	84
ЛИТЕРАТУРА	114

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Государственное управление в области охраны земельных ресурсов» включена в основную профессиональную образовательную программу 21.04.02 "Землеустройство и кадастры (Оценка и мониторинг земель)" и относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Целью курса является знакомство студентов с особенностями государственного управления земельными ресурсами, деградацией почв и земель, их охраной и мелиорацией.

Данные методические указания – это краткое изложение основного курса дисциплины «Государственное управление в области охраны земельных ресурсов».

Вторая часть пособия знакомит студентов с особенностями такими видами деградации почв и земель как эрозия, переуплотнение и переувлажнение.

ТЕМА 1. ЭРОЗИЯ

Понятие эрозии, виды эрозии

Эро́зия (от лат. *erosio* — разъедание) — разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала и сопровождающееся их отложением.

Существует два основных вида эрозии почв: водная эрозия и ветровая эрозия (дефляция).



Рис. 1. Виды эрозии

1.1. Водная эрозия

Водная эрозия — один из основных и самых разрушительных видов деградации почв. Она изменяет их физические и химические свойства, ухудшает водный и питательный режим, перемещает почвенный материал по элементам рельефа, нарушает сложившиеся функциональные связи компонентов ландшафта, которые приобретают деградационный характер.

Водная эрозия происходит под воздействием временных потоков воды (ливневые дожди, талые воды и др.), обусловленный уклоном местности.

Различают три основных вида поверхностного стока: дождевой сток, талый и сток поливной воды. Им соответствуют три вида эрозии почв: 1) дождевая эрозия (или ливневая — при сильных дождях), 2) эрозия при снеготаянии, 3) ирригационная эрозия. Указанные виды эрозии различаются не только по источнику водного стока, но и по механизму процесса, а также по величине причиняемого ими ущерба.

Дождевая (или ливневая) эрозия почвы определяется интенсивностью и продолжительностью осадков, а количество смываемой почвы может достигать десятков тонн на гектар. Объем смываемой почвы зависит не только от параметров водного потока, но и от размеров дождевых капель. Чем больше масса и скорость падения дождевой капли, тем больше ее кинетическая энергия и тем большие разрушения она причиняет почве. При ударе капли о почву происходит разрушение почвы. Продукты разрушения разлетаются в стороны в виде брызг, часть которых попадает не на поверхность почвы, а во временные водотоки (струйки, ручейки) и уносится ими. Таким образом, дождь способствует «нагрузению» потоков твердой фазой. Кроме

того, дождевые капли, попадая в поток, придают ему турбулентное движение и повышают размывающую и транспортирующую способность.

Эрозия почвы при снеготаянии возникает при стоке талых вод и может продолжаться от нескольких дней до месяца, например, в Московской области.

Ирригационная эрозия почвы проявляется при орошении, делится на подвиды в зависимости от способа орошения: эрозия при поливе напуском по бороздам, по полосам, по чекам, при дождевании.

По морфологическим признакам эрозионных форм различают: 1) капельную эрозию, 2) плоскостную и 3) линейную эрозию. Каждый из перечисленных видов эрозии может сопровождаться проявлением смыва или размыва почвы, часто — и того, и другого в зависимости от местоположения земельного участка на склоне.

Капельная эрозия - разрушение почвы ударами капель дождя. Структурные элементы (комочки) почвы разрушаются под действием кинетической энергии капель дождя (энергии, связанной с увеличением скорости капель по мере их приближения к земле) и разбрасываются в стороны. На склонах перемещение вниз происходит на большее расстояние. Падая, частички почвы попадают на

плёнку воды, что способствует их дальнейшему перемещению.

Под плоскостной (поверхностной) эрозией понимают равномерный смыв материала со склонов, приводящий к их выполаживанию. Процесс осуществляется сплошным движущимся слоем воды, однако в действительности его производит сеть мелких временных водных потоков.

Переход плоскостной эрозии в линейную условен: считается, что если следы эрозии на поле исчезают в результате обычной обработки почвы, то это поверхностная эрозия, если нет — линейная.

Линейная эрозия в отличие от поверхностной, происходит на небольших участках поверхности и приводит к расчленению земной поверхности и образованию различных эрозионных форм (промоин, оврагов, балок, долин).

С количественной стороны процесс эрозии почв характеризуется интенсивностью смыва, выражаемой в тоннах на гектар в год, либо мощностью утраченного слоя почвы в единицу времени (мм/год). В этих же единицах измеряют и скорость почвообразования. О степени опасности эрозии можно судить, сопоставив интенсивность смыва почвы со скоростью почвообразовательного процесса. Если интенсивность эрозии меньше скорости почвообразования, то

можно предположить, что она не представляет опасности для данной почвы. Такую эрозию принято считать *нормальной*. Если интенсивность потерь почвы больше скорости почвообразования, ее считают *ускоренной*.

Плоскостная эрозия

Эрозия почв на землях сельскохозяйственного назначения, особенно на пашне, возникает прежде всего под влиянием **антропогенного воздействия**. По мере интенсификации сельского хозяйства нагрузка на почву возрастает. Экстенсивное ведение сельского хозяйства без применения противоэрозионных мероприятий, органических и минеральных удобрений также способствует проявлению эрозии почв.

Антропогенные нагрузки на почву представлены комплексом различных воздействий при использовании пашни и других сельскохозяйственных угодий. К основным видам современных негативных антропогенных воздействий на почву, вызывающих водную эрозию, относятся:

- неправильная организация земельной территории (размещение, нарезка полей, сети дорог и других объектов), которая не учитывает рельеф и другие особенности ландшафта (агрландшафта);
- высокий удельный вес обрабатываемой пашни в составе сельскохозяйственных угодий, достигающий 60% и более;

- сокращение площадей под лесом, сенокосами и пастбищами;
- бессистемный выпас скота;
 - ежегодная интенсивная обработка почвы, особенно вдоль склонов, приводящая к разрушению ее агрономически ценной структуры и ухудшению водно-воздушного режима;
 - ограниченное применение водорегулирующих технологий (щелевание, бороздование и др.);
 - размещение на склонах более 3° чистых паров и пропашных культур (кукурузы, сахарной свеклы, картофеля и других), многократная их обработка;
- низкая доля посевов почвозащитных культур (многолетних трав и др.);
- недостаточное применение органических и минеральных удобрений, сжигание соломы и растительных остатков вместо заделки их в почву использование тяжелой техники, многократные ее проходы, особенно на склонах, вызывающие переуплотнение почвы на некоторой глубине от поверхности и увеличение поверхностного стока.

Многолетние исследования и практика показывают, что интенсивность антропогенных воздействий и нагрузок на почвы России особенно возросла во второй половине XX в. Применение тяжелой техники и интенсивная обработка сопровождались прогрессирующими процессами уплотнения нижних и распыления верхних горизонтов почвы,

ухудшением их физических свойств, нарушением водного, питательного и воздушного режимов и, как следствие, развитием эрозии.

Территориальные особенности распространения почв, подверженных водной эрозии. По данным Государственного национального доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации водной эрозии подвержено 17,8% площади сельскохозяйственных угодий.

Наиболее опасными в эрозионном отношении являются территории Приволжского (50,0%), Южного (16,0%) и Центрального (13,0%) федеральных округов (рис. 2).

В развитии эрозионных процессов и распространении эродированных почв в России прослеживается зональность, которая определяется особенностями и закономерностями проявления природных и антропогенных факторов.

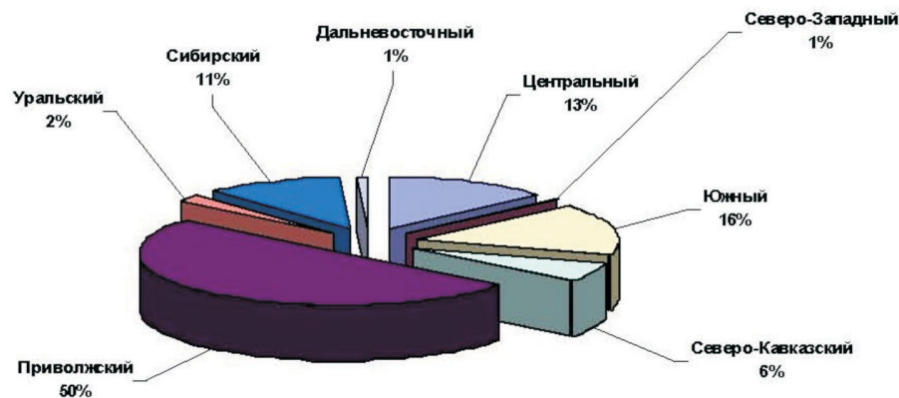


Рис. 2. Доля эродированных земель по федеральным округам Российской Федерации

На дерново-подзолистых почвах в лесной зоне европейской части РФ, где зимой накапливаются большие запасы снега, преобладает эрозия талыми водами. На серых лесных почвах и черноземах в лесостепных районах наблюдается эрозия талыми и ливневыми водами весной и летом. В степных районах на черноземах и в сухостепных — на каштановых почвах юга европейской части России наблюдается смыв почвы, вызываемый ливнями. Для южных районов Западной Сибири характерна эрозия талыми водами. К зоне ливневой эрозии можно отнести большинство районов Северного Кавказа и юга Дальнего Востока. На территории Крайнего Севера европейской части России, северной части Западной Сибири, почти на всей территории Восточной Сибири и дальнего Востока (за исключением юга) эрозия

почв проявляется на фоне вечной мерзлоты и при локальном проявлении термокарстовой эрозии, что связано с интенсивной разработкой природных ископаемых.

В целях учета зонально-провинциальных особенностей распространения эрозии и эродированных почв проводится почвенно-эрозионное районирование территории. В качестве основы картографирования используются модели эрозии почв.

Зонально-провинциальные особенности распространения эродированных почв, факторов и причин возникновения и развития эрозии (климат, рельеф, хозяйственная деятельность, противоэрозионная стойкость почв, объемы стока вод и смыва почв и др.) должны обязательно учитываться при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия и противоэрозионных агротехнологий.

Методы определения степени водной эрозии почв.

В настоящее время для оценки водной эрозии почв и земель используют следующие показатели:

- сток вод и смыв почв (т/га и м³/га) на пашне, сенокосах, пастбищах и других сельскохозяйственных угодьях;
- уменьшение содержания гумуса в поверхностном горизонте почв;
- сокращение мощности гумусовых (А) и срединных (В) горизонтов;

– изменение цвета поверхностного горизонта почвы.

Для оценки степени деградации и интенсивности потерь почвы при ускоренной эрозии разработана специальная шкала (табл. 1).

Таблица 1

Шкала для оценки интенсивности эрозии почв

Потери почвы за год, мм	Оценка эрозии
Меньше скорости почвообразования	Эрозия отсутствует
<0,5	Слабая
0,5–1	Средняя
1–2	Сильная
2–5	Очень сильная
>5	Катастрофическая

Оценка ущерба от водной эрозии, выражаемого снижением стоимости земельного участка

Оценка ущерба дана с учетом частичной утраты как хозяйственных, так и общеэкологических функций участка.

Даже при максимально рациональном использовании земли, внедрении комплексов противоэрозионных мероприятий при сильных ливнях, быстром таянии снегов неизбежен определенный смыв почвы. Он более выражен у почв, формирующихся на легкоразмываемых породах (в первую очередь лёссах, лёссовидных суглинках) и изменяется (при прочих равных условиях) в зависимости от крутизны, а также

длины и формы склонов.

Ущерб от смыва почв на пашне значительно выше, чем от любого другого вида деградации. Смыв почв является практически необратимым видом деградации, так как даже при слабой степени эрозии ликвидация ее последствий потребует десятков лет и очень крупных затрат.

При оценке ущерба от водной эрозии почв учтены следующие обстоятельства:

- ущерб практически необратим и снижение продуктивности почв устойчивое;
- на эродированных почвах в связи с уменьшением объема продукции с единицы площади и необходимости осуществления противоэрозионных мероприятий объективно увеличиваются затраты на единицу получаемой продукции;

– участки смытых почв (особенно при сильных степенях смыва) должны использоваться под ограниченный набор культур;

– ущерб от смыва почв на лесных угодьях значительно меньше по сравнению с кормовыми угодьями и пашней.

С учетом всех обстоятельств стоимость участка с эродированными почвами (по сравнению с аналогичными неэродированными) должна быть значительно ниже (таблица 5-10).

Таблица 2

Ущерб от смыва, почв выражаемый снижением стоимости земельного участка, % от стоимости участка с неэродированными почвами

Степень смыва	Пашня	Естественные кормовые угодья	Лесные угодья
Слабая	12–15	8–10	2–3
Средняя	25–30	15–20	5–7
Сильная	40–50	30–35	10–12

На конкретном участке обычно может проявляться 1–2 вида деградации, редко больше двух. Ущерб от разных видов деградации, как правило, нельзя складывать механически. Если на участке проявляется и смыв, и дефляция почв, то ущерб от смыва и дефляции раздельно не учитывается, так как оценивается суммарная потеря почвенной массы верхних горизонтов. При наличии двух относительно независимых процессов деградации

в полном объеме берется большая величина ущерба, и к ней добавляют половину меньшей величины ущерба. Такой подход является более правильным. В отдельных работах вообще предлагается учитывать только наиболее негативный вид деградации. Влияние других видов деградации на фоне главного в целом не проявляется в полном объеме, но сохраняет достаточную выраженность, и поэтому более целесообразно учитывать его в половинном объеме.

Допустимые нормы потерь почв подобно другим экологическим нормативам, их можно разделить на три временные категории: оперативную, перспективную и ноосферную. Очевидно, что при разработке любых экологических нормативов должны учитываться в той или иной мере экологическая необходимость достижения заданного уровня и экономическая возможность осуществления мероприятий по его достижению. При этом с повышением временной категории нормативы должны все более зависеть от экологических условий.

Для проектирования противоэрозионных мероприятий на ближайшую перспективу следует разработать и использовать нормативы допустимого смыва почвы первой временной категории, позволяющие достигнуть максимального почвозащитного эффекта при минимальных затратах. В этом отношении интересны работы по сравнению планируемых затрат на противоэрозионные мероприятия, необходимые для

снижения смыва почвы до определенного уровня. Почвозащитная эффективность затрат на проведение противоэрозионных мероприятий при снижении смыва почвы с 10 до 6 т/га в год на порядок ниже, чем с 6 до 4 т/га, почти на 3 порядка — по сравнению с вариантом уменьшения смыва в интервале 2–1 т/га.

При разработке допустимой нормы потерь почвенной массы на уровне второй временной категории (перспективной) в большей мере должны учитываться экологические требования. И, наконец, на уровне третьей временной категории (ноосферной) экологические требования должны резко преобладать над экономическими.

Теоретической основой воспроизводства плодородия является способность почвы и экосистем (агроэкосистем) воспроизводить основные факторы жизни растений и микроорганизмов за счет природных (свет, тепло, вода, воздух) и антропогенных ресурсов (удобрения, мелиоранты, орошение, осушение, средства защиты растений).

Примерами естественного (природного) воспроизводства плодородия почв являются перелог, залежь, целина; антропогенного — сплошное залужение эродированных почв, облесение балок и оврагов, внедрение почвозащитных севооборотов и способов обработки почвы, внесение навоза, минеральных удобрений, мелиорантов, заделка растительных остатков, посев сидератных культур.

На целинных землях в естественных природных условиях, без вмешательства человека почвы, как правило, наращивают свое плодородие. В зависимости от конкретных региональных климатических и погодных условий, материнских пород, растительности (тундра, лес, лесостепь, степь, полупустыня) темпы роста плодородия различные.

Проблемы предотвращения эрозии и воспроизводства плодородия почв

Распашка целинных земель резко меняет условия и направления развития почвенных процессов. Как правило, в первые 5–10 лет после распашки новых земель происходит резкое снижение содержания гумуса, ухудшение структуры, изменение физических показателей, водного и питательного режимов почвы. В результате уплотнения (или распыления) техникой развиваются эрозия и дефляция, другие виды деградации почвы.

Чтобы не допустить (предотвратить) это, в каждом регионе необходима система предупредительных мер, которая включает в себя: прогноз и мониторинг возможного проявления эрозии почв при распашке новых целинных (залежных) земель;

- характеристику рельефа территории (крутизна и экспозиция склонов), объемов и режимов стока талых и дождевых вод, устойчивости почв к эрозии;

- противозерозионную организацию территории

(оптимальные площади пашни, почвозащитные севообороты, правильную нарезку полей и дорог, агролесомелиорацию и т.д.);

Как показывает опыт, предупредительные противоэрозионные мероприятия позволяют сохранять почву от эрозии и создают базу для воспроизводства ее плодородия.

Водная эрозия почв — сложное явление, которое обусловлено действием целого комплекса природных и антропогенных факторов. Поэтому исходной методической основой разработки мер по ее предотвращению и обеспечению воспроизводства плодородия почв является системный комплексный подход.

Другим важным методическим требованием в настоящее время считается положение о том, что разрабатываемые региональные (зональные) системы воспроизводства плодородия почв и сохранения земель должны являться составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий выращивания сельскохозяйственных культур. Это означает, что все элементы этих систем следует тесно связывать друг с другом.

Противоэрозионная организация территории

1. Оптимизация структуры земельных угодий

В настоящее время большинство сложившихся агроландшафтов является несовершенным по причине несбалансированности структуры основных земельных

угодий (пашня, луг, лес, водные ресурсы), что отрицательно сказывается на их продуктивности и экологической устойчивости земледелия и всего сельского хозяйства.

Организация экологически устойчивого агроландшафта состоит из целого ряда звеньев, целостность которых обеспечивается взаимной увязкой всех его элементов. Основу такой целостности составляет научно-обоснованная внупочвоохранная организация территории с комплексом почвозащитных, водоохраных и других мероприятий, включающая решение пяти основных задач:

1) трансформация и оптимизация земельных угодий для создания устойчивых высокопродуктивных агроландшафтов;

2) выделение массивов пашни для различных видов севооборотов и адаптивного дифференцированного размещения сельскохозяйственных культур с учетом типов агроландшафтов, почвозащитных и биологических особенностей растений;

3) размещение рубежей и линейных элементов (лесных полос, валов-террас, дорог, границ рабочих участков, полей и др.) с учетом рельефных, почвенно-гидрологических, эколого-экономических и других особенностей хозяйства и требований работы сельскохозяйственной техники;

4) выделение рабочих участков и формирование полей вводимых севооборотов;

5) определение объемов работ комплекса

противоэрозионных мероприятий, капитальных и текущих финансовых средств на освоение природоохранных мероприятий, гибких почвоводоохранных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Территориальной единицей, в пределах которой необходимо изучать эрозионно-гидрологические процессы и проектировать комплекс противоэрозионных мероприятий, является балочный водосбор, формирующийся в конкретных условиях.

На плакорной части агроландшафта с зональными несмытыми и слабосмытыми почвами размещают плодосменные и зернопаропропашные севообороты, полевые защитные лесные полосы. На склоново-ложбинной части (слабо- и среднеэродированные почвы) вводят почвозащитные зернотравяные севообороты и создают узкорядные водорегулирующие лесные полосы с канавами и валами, которые проектируются с учетом формы и экспозиции склона, поперек него или контурно-параллельно. На склоново-прибалочно-приовражной пашне, где размещаются средне- и сильносмытые почвы, располагают почвозащитные травяные севообороты и системы водорегулирующих лесных полос с канавами и валами, а при необходимости проектируют напашные валы-террасы и залуженные водотоки. На участках с сильносмытыми почвами применяют контурно-полосное размещение культур сплошного сева

(зерновые и др.) или производят «консервацию» земель залужением. Основными критериями при проектировании эрозионно-устойчивых агроландшафтов являются эрозионная среда и показатели допустимых потерь почвы, поскольку от этого зависят затраты на проектирование и проведение работ комплекса противоэрозионных мероприятий.

Для проведения трансформации земельных угодий и оптимизации их соотношений используются информация о земельных угодьях хозяйства, материалы полевых обследований (землеустроительного, сельскохозяйственного, почвенно-эрозионного, лесо-луго-мелиоративного и др.), рекомендованные зональные нормативы и требования по переводу одного угодья в другие. Для расчетов используются уравнения, позволяющие при разработке алгоритма определять на перспективу оптимальный удельный вес угодий, особенно пашни. Увеличение доли стабилизирующих угодий (сенокосов, пастбищ, лесных полос, залуженной пашни и др.) необходимо проводить с обязательным учетом степени эродированности почвы. Для хозяйств, где много пашни на склонах и высокий процент смытых почв с крутизной $3-7^\circ$, допустимая распаханность территории не должна превышать 38%, что можно считать нормативом оптимальности. Составляется сводная экспликация с учетом намеченных изменений на плане, а эффективность проведенной трансформации оценивается с использованием

предложенных коэффициентов экологической устойчивости для каждого типа агроландшафтов (Лопырев и др., 1989).

В первом типе агроландшафтов (пойменный и плакорный незначительной эрозионной опасности) распаханность может достигать 75–80%, естественные кормовые угодья — до 10%, облесенность — до 10%, то в пятом типе (овражно-балочный, сильно эрозионноопасный) эти показатели угодий должны быть соответственно: менее 50, более 25 и 15–20%. Уточнение предложенной структуры угодий в предварительном проекте осуществляется в ходе технического проектирования и утверждения составленной системы земледелия на ландшафтной основе.

2. Оптимизация структуры посевных площадей и системы севооборотов

В комплексе мероприятий, направленных на предотвращение стока талых и ливневых вод, смыва и размыва, воспроизводство плодородия почвы, важная роль принадлежит рациональной структуре посевных площадей и системе севооборотов. Растения и их остатки на почве уменьшают ударную силу дождевых капель и дробление почвенных агрегатов, замедляя скорость стока, распыляя его на множество мелких струй, увеличивают площадь соприкосновения воды с почвой и создают условия более полного водопоглощения. Обогащая почву свежим

органическим веществом за счет корневых систем, растения улучшают ее структуру и водопроницаемость. Зимой стерня и растительные остатки препятствуют сдуванию снега и почвы, способствуют равномерному его накоплению и распределению снега, снижают интенсивность снеготаяния; часть осадков, задержанная растениями и не достигшая земли, не участвует в формировании стока.

Защищенность почвы полевыми культурами, в конечном счете, определяется полнотой проективного покрытия почвы, которое зависит от вегетативной массы растений и изменяется по фазам их развития. По обобщенной оценке среднее за май–сентябрь проективное покрытие многолетних трав, озимых и пропашных культур соответственно равно 100, 51 и 48%. Если в среднем проективное покрытие пропашных такое же, как и озимых, то в мае оно в восемь, в июне в четыре, в июле в два раза меньше. Многолетние травы защищают почву от эрозии круглый год, а озимые культуры — большую часть вегетационного периода.

Усредненная в периоды вегетации почвозащитная способность сельскохозяйственных культур следующая (%): черный пар — 0; свекла, кукуруза — 15; картофель, подсолнечник — 25; яровые зерновые — 50; горох, вико-овес, смесь кукурузы с горохом и викой — 65; озимые зерновые — 83; многолетние травы первого года пользования — 92; многолетние травы второго года пользования — 97;

многолетние травы третьего года пользования — 99.

В своем развитии культурные растения по-разному реагируют на степень эродированности почвы (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность сельскохозяйственных культур на черноземах разной степени эродированности, % от несмытой почвы

Культура	Степень эродированности почвы		
	слабая	средняя	сильная
Озимая пшеница	85–90	50–60	30–35
Озимая рожь	85–90	55–60	35–40
Яровая пшеница	70–80	40–50	15–20
Ячмень (яровой)	80–85	45–55	30–40
Овес	80–85	55–60	30–45
Кукуруза	80–85	60–70	15–25
Горох, вика	85–95	60–70	50–60
Сахарная свекла, картофель	80–90	30–40	10–15
Подсолнечник	70–80	40–50	20–30
Вико-овес	85–90	65–70	35–45
Суданская трава	80–90	55–60	30–40
Многолетние травы	90–95	85–90	60–75

Решение задач эффективного использования биологического потенциала растений, воспроизводства плодородия почв и защиты почвы от разрушения вполне реально при формировании структуры посевных площадей на основе соблюдения принципа дифференцированного использования пашни на склонах. В его основу положены следующие критерии: 1) усиление эрозионной опасности по мере увеличения крутизны склона; 2) неодинаковая почвозащитная и почвоулучшающая способность полевых культур и различная

их реакция на степень эродированности почвы; 3) нежелательность размещения пропашных культур на крутых склонах в связи с эрозионной опасностью и по технологическим соображениям (нарушается прямолинейность рядков, во время обработок подрезаются культурные растения, при уборке увеличиваются потери урожая).

Практическая важность реализации указанного принципа заключается в том, что под интенсивное использование отводят пашню, представленную несмытыми и слабосмытыми черноземами, темно-каштановыми почвами на склонах крутизной до 3°; каштановыми почвами на склонах до 2°; под умеренное использование на указанных почвах выделяются пахотные земли соответственно на склонах крутизной 3–5° и 2–4°. На черноземах легкого гранулометрического состава, особенно при совместном проявлении водной и ветровой эрозии, интенсивное использование пашни следует ограничивать склонами до 2°, умеренное — до 4°.

Интенсивное использование пашни возможно на несмытых почвах крутизной до 1°. Здесь допустимо возделывание всех без исключения сельскохозяйственных культур и при необходимости размещение черного пара. На склонах крутизной более 1° в технологию возделывания культур включаются отдельные противэрозионные приемы обработки почвы и другие агротехнические почвозащитные мероприятия.

На пашне умеренного использования в севооборотах

уменьшается доля пропашных культур, вводятся более эффективные почвозащитные мероприятия. На пашне ограниченного использования вводятся специальные почвозащитные севообороты, а наиболее эрозионноопасные участки отводятся под постоянное залужение. Такой подход в использовании пахотных земель позволяет без дополнительных затрат повышать их продуктивность на 10–15% и уменьшить эрозию почв минимум в два раза.

При оптимизации структуры посевных площадей и разработке системы противоэрозионных мероприятий определяющим является удельный вес пахотных земель разной интенсивности использования. Поскольку структура посевных площадей должна соответствовать специализации сельхозпредприятий, то и установление последней не может быть произвольным. Выбор специализации только по экономическим соображениям ограничен:

- 1) допустимой интенсивностью и эрозионной опасностью использования пашни;
- 2) предельным насыщением севооборотов отдельными культурами или их группами;
- 3) пригодностью для возделывания конкретных культурных растений. Первое предотвращает деградацию почвенного покрова, второе связано с необходимостью соблюдения сроков возврата культур и размещения их после рекомендованных предшественников, третье обеспечивает

соответствие условий среды потребностям растений.

Организационно-экономический фактор определения специализации хозяйства — месторасположение относительно городов и перерабатывающих предприятий; агроэкологический — площадь пашни и кормовых угодий, их соотношение; качество пахотных земель (содержание гумуса и элементов минерального питания, степень деградации, уровень грунтовых вод и т.п.) и допустимая интенсивность их использования. Невозможны, например, зерновая специализация при малой доле пашни, а свекловичная при преобладании эрозионно-опасных пахотных земель ограниченного и умеренного использования. При таком положении целесообразна животноводческая специализация. При большой доле пашни интенсивного использования ограничения по выбору производственного направления определяются в основном организационно-экономическими условиями.

Организационно-технологической основой земледелия являются севообороты, особенно в условиях недостатка удобрений и средств защиты растений.

Наиболее эффективно защищают почву от смыва и дефляции многолетние травы, а их урожайность на эродированных почвах снижается в гораздо меньшей степени, чем у зерновых колосовых и тем более пропашных культур. Однако сток талых вод на многолетних травах

высок, а сами они значительно и на большую глубину иссушают почву. В результате в засушливых условиях большое насыщение севооборотов многолетними травами продолжительного срока (более трех лет) использования ведет к снижению их урожайности и общей продуктивности пашни.

При достаточном увлажнении высокое насыщение севооборотов многолетними травами обеспечивает наибольшую продуктивность пашни и надежную защиту почв от эрозии, сохранение и повышение их плодородия. При благо-приятном сочетании тепла и влаги наиболее эффективными являются севообороты с высоким удельным весом пропашных культур, положительное влияние на почву многолетних трав при этом сохраняется. В засушливых условиях, а также при короткой продолжительности теплого периода целесообразно высокое насыщение севооборотов зерновыми культурами.

Защита почв от эрозии и воспроизводство их плодородия не являются самоцелью, а стоят в ряду таких задач, как более полное использование биоклиматического потенциала и удовлетворение потребностей растений. Согласовать эти задачи позволяют агротехнические приемы усиления почвозащитной способности севооборотов. Наряду с включением многолетних трав и рекомендованным расположением линейных рубежей противозерозионная роль

севооборотов значительно увеличивается за счет: 1) посева промежуточных и пожнивных культур; 2) полосного размещения посевов в сочетании с параллельной или контурно-параллельной и контурно-буферной организацией территории; 3) формирования кулис и буферных полос; 4) мульчирования почвы соломой и другими растительными остатками.

Усиление почвозащитной эффективности севооборотов при включении в них промежуточных и пожнивных культур, используемых на корм скоту или сидерат, достигается как непосредственно за счет удлинения периода, в течение которого почва находится под защитой растительного покрова, так и за счет улучшения физических свойств почвы благодаря дополнительному поступлению в нее органического вещества. В южных районах в качестве озимых промежуточных культур целесообразно использовать озимую рожь и смесь ее с озимой викой; озимый рапс, перко, сурепицу, зимующий горох; в качестве поукосных — рапс яровой, горчицу белую, редьку масличную, смесь суданской травы и сорго; в качестве пожнивных — горох укосный, смесь подсолнечника с кукурузой и горохом, горчицу белую и ее смеси с бобовыми, вико-овсяную смесь. В сидеральных парах наиболее эффективен посев на зеленое удобрение люпина, гороха (в лесостепи), горчицы белой (в свекловичных

севооборотах лесостепи), донника или суданской травы (в регионах, специализирующихся на производстве яровой пшеницы).

Полосное размещение культур на склоновых землях позволяет превратить обычные полевые и кормовые севообороты в почвозащитные. Сущность приема заключается в том, что четные полосы занимаются эрозионно-устойчивыми культурами, а нечетные — неустойчивыми или чистым паром. Через год (если возделываются только однолетние культуры) или несколько лет (при наличии в севообороте многолетних трав) полосы меняются местами. С увеличением крутизны склона следует уменьшать ширину полос, при чередовании однолетних культур сплошного сева с пропашными ширина полос должна быть более узкая, чем при чередовании однолетних культур с многолетними травами (табл. 4).

Буферные полосы задерживают снег уже при первом его выпадении, что способствует меньшему промерзанию почвы и, как следствие, лучшему впитыванию и фильтрации талых вод весной, особенно после щелевания.

Таблица 4

Рекомендуемая ширина буферных полос в почвозащитных севооборотах с чередующимися культурами в зависимости от крутизны склона

Крутизна склона, градусы	Чередование полос	
	многолетних трав с однолетними культурами	однолетних культур сплошного сева с пропашными
1–3	100–80	80–60
3–5	80–60	60–40
5–8	60–40	40–20
8–10	40–20	20–10
10–12	20–10	20–10

Под пропашными культурами буферные полосы формируют из высокой стерни предшествующей культуры. Почвозащитная полоса должны иметь ширину 3–4 м и направление, максимально приближенное к горизонталям местности. Почву в буферной полосе обрабатывают плоскорезом.

Агротехнические приемы усиления почвозащитной способности растений в севооборотах, особенно при наличии пара, целесообразны (в разной степени) на всех пахотных землях. На пашне ограниченного использования вводятся специальные почвозащитные севообороты, агротехнической основой которых являются многолетние травы. При построении почвозащитных севооборотов обязателен учет почвенно-климатических условий в связи с особенностями проявления эрозии и неодинаковой способностью отдельных культур использовать биоклиматический потенциал в конкретных зонах.

В условиях неустойчивого увлажнения ЦЧР

целесообразны следующие примерные схемы почвозащитных севооборотов:

1–2) многолетние травы, 3) озимые, 4) зернобобовые, 5) яровые с подсевом многолетних трав (клевер);

1–4) многолетние травы, 5) зернобобовые, 6) озимые на зеленый корм с подсевом многолетних трав (люцерна);

1–2) люпин многолетний, 3) озимая рожь, 4) зернобобовые, 5) яровые с подсевом люпина (на песчаных почвах);

1–4) люцерна, 5) озимая пшеница, 6) ячмень с подсевом люцерны;

1–2) однолетние и многолетние травы, 3) озимые и яровые зерновые с подсевом многолетних трав;

1–2) многолетние травы, 3) озимые, 4) яровые с подсевом многолетних трав или 1–3) многолетние травы, 4) озимые, 5) яровые зерновые с подсевом многолетних трав.

В степных районах ЦЧО при полосном размещении культур приемлемы почвозащитные севообороты со следующей примерной схемой:

1–2) многолетние травы, 3) озимые, 4) кукуруза на силос, 5) однолетние травы с подсевом многолетних трав или 1–3) многолетние травы, 4) озимые,

5) кукуруза на силос и зеленый корм, 6) яровые колосовые, 7) однолетние травы с подсевом многолетних трав.

В зонах проявления водной и водно-ветровой эрозии на

пашне ограниченного использования следует вводить зернотравяные и травопольные севообороты с 30–50% многолетних трав, а в зоне действия ветровой и водно-ветровой эрозии — травопольные севообороты с чередованием культур: 1–4) многолетние травы, 5–6) яровые колосовые, 7) просо с подсевом смеси многолетних бобовых и злаковых трав или 1–4) многолетние травы, 5) яровая пшеница,

6) ячмень с подсевом многолетних трав.

3. Система удобрений как средство управления плодородием почв

Применение органических и минеральных удобрений, различных компостов и биопрепаратов в соответствии с законом возврата — самый быстрый путь к воспроизводству плодородия почв и созданию устойчивого и высокопродуктивного земледелия в стране.

В настоящее время вынос из почвы питательных веществ с урожаем и эрозией превышает поступление в 3–5 раз, что сильно истощает почвы и подрывает основу будущего сельского хозяйства страны.

Поэтому на всех уровнях руководства сельским хозяйством — от федерального до хозяйственного — нужно кардинально изменить отношение к применению органических, минеральных и других видов удобрений.

Система удобрений должна органически «вписываться» в

систему адаптивно-ландшафтного земледелия и решать задачи восстановления утраченного и обеспечения расширенного воспроизводства плодородия почв с целью создания высокого агрофона для новых высокопродуктивных культур. В настоящее время потенциал урожайности новых сортов зерновых и других культур превышает показатели фактического плодородия почв в хозяйствах в несколько раз, что обесценивает результаты селекционной работы и резко снижает рентабельность производства.

По данным Минсельхоза РФ, без внесения минеральных удобрений продуктивный потенциал плодородия почв в настоящее время составляет (в пересчете на зерно): по югу России — 40 ц/га, в Черноземной зоне — 30 ц/га, Нечерноземной зоне — 12–15 ц/га, Поволжье — 15–20 ц/га, Сибири — 16–18 ц/га, Зауралье — 12 ц/га, по Дальнему Востоку — 10 ц/га.

4. Система обработки почвы

Главным требованием ко всем способам обработки почвы (основной, предпосевной, по уходу за посевами и др.) является строгое соблюдение дифференцированного, адаптивного применительно к каждой зоне подхода и выбора приемов и технологий, обеспечивающих оптимальное состояние водного, питательного, теплового, воздушного, микробиологического, физико-химического режимов для роста и развития растений.

Технологической основой предотвращения деградации и воспроизводства плодородия почв являются зональные почво-влажно-ресурсосберегающие агротехнологии и почвоводоохранные адаптивно-ландшафтные системы земледелия с соблюдением законов минимума, оптимума и максимума.

Земледелец, неоднократно обрабатывая и готовя почву каждый год к посеву, регулирует ее плодородие, а также устойчивость к водной и ветровой эрозии и другим видам деградации.

Агротехнические приемы борьбы с водной эрозией просты и наиболее доступны хозяйствам, дешевы и преимущественно дают положительный результат в первый год применения. К ним относятся вспашки поперек склонов или по горизонталям, безотвальная, плоскорезная, мульчирующая обработки почвы с оставлением стерни и других растительных остатков на поверхности, посев буферных полос, обвалование, щелевание, внесение органических удобрений, заделка соломы и другие приемы.

В связи с возрастающей антропогенной нагрузкой на почвы в последние 20 лет четко обозначилась мировая тенденция на минимизацию обработки почв. Имеет место она и в Российской Федерации. Однако шаблонная — без учета особенностей каждого типа почв, требований растений, погодных условий и т.д. — реализация ее недопустима, а

требуется творческий подход.

По многолетним данным для черноземов ЦЧР наиболее эффективными почвозащитными и почвоулучшающими агротехническими приемами являются:

1. Различные виды безотвальной обработки почвы, выполняемые противозерозионными культиваторами типа КПЭ-3,8 или КТС 10,1 на глубину 12–16 см по стерневым фонам под яровые зерновые и однолетние травы, культиваторами-глубокорыхлителями и чизелями типа КПГ-250А, Digger, ПЧ-4,5 на глубину 22–27 см под кукурузу на зерно и силос, подсолнечник, используемыми преимущественно на склонах крутизной более 3°.

Воздействие безотвальных обработок на свойства почвы, фитосанитарное состояние посевов и урожайность сельскохозяйственных культур не носит однозначного характера. Такие обработки, как правило, являются почвозащитными, хотя и повышают сток талых вод на 4–9 мм, но существенно (в 2–3 раза) снижают смыв почвы, способствуют лучшему задержанию снега на склонах, не уступая по урожайности культур традиционной вспашке в засушливые годы и проигрывают — во влажные, способствуя большему засорению полей сорняками и поражению растений болезнями и вредителями. Главное их преимущество — почвозащитный эффект при адекватном применении с учетом условий конкретного поля.

2. Поверхностные и мелкие безотвальные обработки под озимую пшеницу в засушливые годы, выполняемые дискаторами, дисковыми боронами типа БДТ-7, комбинированными агрегатами типа АПК, смарагд, не всегда сокращают сток талых вод в период весеннего снеготаяния, но в 2–3 раза уменьшают смыв почвы, урожайность озимой пшеницы при этом увеличивается по сравнению с традиционной вспашкой на 2,5–5 ц/га. Преимущество их в малоэнергоёмкости, поэтому в Центральном Черноземье в последнее десятилетие они получили широкое распространение.
3. Расширение посевов многолетних трав в севооборотах до оптимальных размеров, особенно на почвах, расположенных на склонах крутизной более 5° и снизивших свое плодородие из-за водной эрозии, является мощным фактором пополнения гумуса в почве, особенно когда не применяются органические удобрения и приемы защиты почвы от эрозии. Установлено, что на сеянном травостое первого года жизни наименьшая размывающая скорость потока составляла 0,47 м/с, второго года — 1,5 м/с, в то время как на многолетней естественной дернине почва не имела признаков размыва даже при скорости водного потока 3 м/с.
4. Измельчение и разбрасывание по полю растительных остатков (соломы), утилизация побочной

продукции осуществляются по технологии поверхностного компостирования или же с последующей безотвальной обработкой как мульчирующего приема. Поверхностное компостирование соломы с внесением антидепрессированных добавок (аммиачной селитры, мочевины, известковой муки, простого или двойного суперфосфата) способствует хотя и медленному, но повышению содержания гумуса в пределах 0,2–0,5% за ротацию севооборота, улучшает физические свойства (плотность, структурность и водопропускность агрегатов), не оказывая отрицательного влияния на агрохимические свойства почвы, и способствует повышению урожайности культур в севооборотах: озимой пшеницы до 3,9 ц/га, ячменя — 2,7 ц/га, гороха — 3,8 ц/га.

В решении проблем предотвращения эрозии и воспроизводства плодородия почв исключительно важное значение имеет строгое соблюдение всех требований почвоводоохранных систем земледелия и рациональное использование природных ресурсов каждого региона (зоны).

5. Искусственное террасирование

Из-за выраженной динамики склоновых процессов земледелие в условиях сильного расчленения рельефа традиционно считается неустойчивым. В наибольшей степени препятствуют стабильному получению урожаев с пахотных угодий, расположенных на склонах, процессы водной эрозии, широко распространенные в горных регионах. Длительное

использование склоновых земель на фоне широкого развития эрозионных процессов приводит к потере почвами части профиля, формируя в структурах почвенного покрова пахотных площадей сложные совокупности в разной степени смытых малопродуктивных групп почв. Климатические особенности горных территорий и используемые агрикультурные приемы являются ведущими параметрами в создании своеобразного равновесия между склоновым экзогенезом (эрозионным смывом) и дерновыми процессами. В областях с оптимальным соотношением температуры и влаги при рациональном природопользовании можно ожидать формирования относительно плодородных длительно функционирующих сельскохозяйственных угодий. Однако хорошо известно, что на практике в пределах склонов с неоднородной морфологией сложно выполнять комплекс мер противозерозных мероприятий, поэтому с течением времени прогнозируемое самовоспроизводство целостности структуры почвенного покрова падает. Это ведет к тому, что пахотные склоновые угодья, в составе площадей которых половина представлена контурами с почвами разной степени смытости, приходится считать наиболее плодородными. Гораздо более часто фиксируется ситуация, при которой 2/3 контуров включают в разной степени смытые почвы. Обычной практикой считается эксплуатация склонов, где почвы всех контуров подвергаются смыву.

Пашня в горных районах с менее благоприятным соотношением климатических параметров, например, недостаточным или излишним увлажнением, еще на стадии планировки территории относится к категории нарушенных эрозией преимущественно низкопродуктивных сельскохозяйственных угодий. При эксплуатации продуктивность их еще больше снижается. Когда на 1/3 площади склона образуются участки, лишенные рыхлого грунта, склон выводится из активного оборота из-за невозможности его обработки сельскохозяйственной техникой.

Таким образом, в горных условиях с благоприятным и неблагоприятным сочетанием климатических параметров склоновое земледелие постоянно сопряжено с риском ухудшения показателей плодородия или с полной деградацией почв агроландшафта. Однако данная закономерность не распространяется на искусственно террасированные в древности склоны горных областей любой климатической приуроченности.

На протяжении всей истории горного земледелия наиболее оправданными по затратам на первичное освоение и последующее длительное использование считаются террасовые системы. В связи с особенностями конструкций террас, построенных в древности, почвенный покров их выровненных полотен длительное время не теряет своего плодородия даже при отсутствии мероприятий на его

поддержание.

Во всех горных системах мира имеются значительные площади, занятые террасированными склонами. Террасы представлены двумя типами: древними по возрасту, построенными вручную несколько тысячелетий тому назад, полотна которых чаще всего нерегулярны в залегании вдоль склона, и современными, построенными с помощью бульдозера 30–50 лет назад, с четко параллельными друг другу полотнами. Параллельность и четкое обозначение в рельефе присуще первым десятилетиям существования таких террас, в последующем террасы утрачивают резкость границ из-за развития оползней, эрозионных размывов и зарастания кустарником. В конструкции древних террас учтены возможности значительных колебаний уровней влагообеспеченности территории, что дает возможность террасовой системе осуществлять длительную саморегуляцию потоков влаги различной интенсивности в пределах склона.

Исследования показали, что чем лучше укреплен искусственный рельеф, тем более функционально устойчива вся террасовая система, тем больше вероятность того, что почвы полотен будут развиваться по азональному гумусово-аккумулятивному типу. Аномально высокое гумусонакопление здесь сродни внезональной аккумуляции гумуса в огородных почвах и почвах пойм, но имеет другие причины.

Прием террасирования является универсальным способом

создания пахотных территорий с прогнозируемо высоким уровнем гумусонакопления и при полном отсутствии проявления эрозионной активности. Уровень гумусонакопления определяется в первую очередь стабильностью рельефа террасовой системы. Традиционное террасирование — наиболее оправданный с экономической точки зрения прием землепользования, поскольку требует однократного капитального вложения в строительство при минимальном количестве затрат на поддержание целостности конструкции и почвенного плодородия. Воспроизведение традиционных приемов террасирования позволит создавать длительно функционирующие и устойчивые по критерию продуктивности агроландшафты на любых склоновых поверхностях.

Овражная эрозия

Весь период от начала изучения овражной эрозии до нашего времени можно условно разделить на два этапа. Первый этап включает исследования по росту оврагов, закономерностям их распространения, причинам возникновения овражной эрозии. Второй связан с моделированием и прогнозированием овражных процессов. Развитие исследований овражной эрозии сопровождалось формированием понятийного аппарата, классификации линейных форм эрозии, требований по использованию оврагоопасных и заовраженных земель, испытанием и

оценкой качества технических сооружений по предотвращению и ликвидации оврагов.

С выходом основополагающих публикаций по линейным формам эрозии, их генезису и закономерностям трансформации в процессе развития предпринимались попытки упорядочения понятийного аппарата в области овражной эрозии. Родовое понятие «овражная эрозия» или «линейная эрозия» вошло в научную литературу последних лет для обозначения процессов образования и развития отрицательных линейных форм рельефа под действием временных русловых процессов.

Под действием временных водных потоков — дождевых и талых вод — образуется целый ряд эрозионных форм.

К линейным формам эрозии не могут быть ликвидированы при обычной вспашке, культивации и посеве сельскохозяйственных культур. Для их ликвидации необходима почва (или грунт) со стороны. Для практикуемых мелиораций существенное значение имеют положение линейной формы в рельефе, ее геометрия, стадия эволюции, закономерности роста и причины затухания.

Среди эрозионных форм выделяются древние и современные. Древние эрозионные формы — ложбины, лощины и балки.

Ложбины — самое верхнее звено древней эрозионной сети, сформированные в основном в плейстоцене и голоцене.

Представляют собой линейно-вытянутые понижения с пологими задернованными склонами без перегибов, плавно смыкающимися на дне. Глубина ложбин – несколько метров, ширина – десятки и сотни метров. Поперечный профиль обычно симметричный. Лощины – следующее звено древней эрозионной сети. Отличаются большей глубиной (до 10-15 м), более крутыми склонами, имеющими плавные перегибы в верхней части и постепенный переход в слабо вогнутое днище. Поперечный профиль – симметричный или слабо асимметричный. В рельефе поверхности коренных пород они выражены достаточно резко, что позволяет считать первоначальной формой в момент их заложения овраг. Балки – морфологически четко выраженные древние формы симметричной или слабо асимметричной формы. Бровки и тыловые швы плавные, закругленные, профили склонов имеют выпукло-вогнутую форму. Размеры балок колеблются в больших пределах. Балки, в отличие от лощин и ложбин, имеют четко оформленные водосборы. Глубина балок – от 10-15 м на низменных участках и до 100-200 м крутым склонам долин крупных рек, длина изменяется от первых сотен метров до 10-15 км в южных степных районах Среднерусской и Приволжской возвышенностей. В песчано-глинистых породах склоны балок более пологие (меньше 20 градусов); в полускальных и скальных (известняках, доломитах, опоках и др.) имеют среднюю крутизну 20-25

градусов. Суходолы – более крупные формы. Они обладают, шлейфами (до 20-30 м и более) делювиально-солифлюкционных суглинков со щебнем в базальной их части, плоским днищем, занятым сухим руслом, поймой, иногда надпойменными террасами.

К современным эрозионным формам рельефа относятся: рытвины, промоины, овраги.

Рытвины (борозды, размоины) – ежегодно образующиеся линейные эрозионные формы глубиной до 0,5 м, шириной 0,5-1,0 м, обычно уничтожаются вспашкой.

Промоины (водороины) – последующая, более продвинувшаяся стадия развития эрозионного процесса. Их глубина до 1,5-2,0 м, ширина 1,0-3,0 м, имея вертикальные или крутосклонные, незадернованные борта. Поперечный профиль симметричный или слабо асимметричный формы (от V-образного до карнизного). Продольный профиль повторяет форму склона.

Овраг – основная форма эрозии проявления временных водотоков, обычно возникает на месте промоин при продолжающемся процессе усиленной эрозии. Отличается от других линейных эрозионных образований формой поперечного и продольного профиля и динамическим состоянием. Наиболее типичным оврагом на равнинах является склоновый овраг, имеющий выраженный водосбор и представляющий собой эрозионную линейную форму

длиной не менее 70 м, глубиной – не менее 1,5 м. Принятые размеры определяются морфологическими и морфометрическими характеристиками звеньев эрозионной сети больших порядков, на склонах которых образуются овраги. Продольный профиль оврага имеет в вершинной части уклон, значительно превосходящий крутизну склона, а в средней и нижней – намного меньший, нередко близкий к нулевым значениям. Конуса овражных выносов в большинстве случаев представляют собой аккумулятивную форму, поднимающуюся над отметками прилегающей поверхности (поймы реки, террасы или днища балки). Поперечный профиль изменяется за время развития, как по длине, так и во времени. При активном росте овраг имеет на всем своем протяжении обрывистые, обвально-осыпные или оползневые склоны, в начальной стадии, лишенные растительности. Крутизна склонов равна или превосходит углы естественного откоса. Основным признаком оврага является его динамическое состояние. Овраг остается таковым до тех пор, пока он активен или не утратил возможности активизации. Условием образования и развития оврага является возможность беспрепятственного выноса потоком за пределы эрозионного вреза размытого и поступающего с бортов грунта, а также его врезание в днище с образованием тальвега.

Овражно-балочная система – это совокупность взаимосвязанных форм линейной эрозии, состоящая из эрозионных борозд, промоин, ложбин, оврагов, балок, лощин. В развитии овражно-балочных систем выделяют 3 стадии:

- 1) начальную, представленную рытвинами, промоинами, эрозионными бороздами и ложбинами;
- 2) зрелую – первичными (склоновыми) и вторичными (донными) оврагами;
- 3) завершающую – балками и лощинами.

При благоприятных условиях для дальнейшего развития овражно-балочной системы, ее верховье будут представлять формы рельефа начальной стадии. Их дальнейший рост приведет к переходу к следующей стадии - к развитию оврагов. Скорость и направление развития овражно-балочной системы определяются факторами оврагообразования.

Овраги, расположенные на сельскохозяйственных угодьях, по интенсивности денудационного процесса делят на три группы:

- медленно растущие (скорость роста в длину до 1 м/год);
- растущие со средней скоростью (2–3 м/год);
- быстро растущие (скорость роста более 3 м/год).

Наиболее быстро растут овраги при неправильной организации дорожной сети (размещение вдоль склонов),

вырубке и вывозе леса. Более 50% из них растут с громадной скоростью, свыше 20 м/год, тогда как на сельскохозяйственных угодьях скорость их роста обычно не превышает 5 м/год.

В результате развития оврагов образуются заовраженные земли — площади, заключенные между бровками соседних оврагов, а также бровкой оврага и ближайшим искусственным линейным рубежом, средняя длина сечения (гона) которых поперек направления основного уклона пораженного склона меньше 1000 м.

Заовраженные земли подразделяются на:

- слабозаовраженные земли — площади, средняя длина гона которых между оврагами 600–1000 м;
- среднезаовраженные земли — площади, средняя длина гона которых между оврагами 300–600 м;
- сильнозаовраженные земли — площади, средняя длина гона которых между оврагами 150–300 м;
- очень сильно заовраженные земли — площади, средняя длина гона которых между оврагами менее 150 м.

Характерным для оврагообразования является наличие крутых склонов, расчлененных тальвегами ложбин различного происхождения (древних, современных) и водосборных площадей, достаточных по размеру для формирования размывающих скоростей потока. Например, на средне- и тяжелосуглинистых черноземах в ЦЧР при крутизне тальвега

3° и водосборной площади 18 га овраг образуется в 90% случаев, при 10° для образования оврага достаточно 1,5 га. Эти критические сочетания почвенных условий и рельефа относятся к линейной форме эрозии — оврагу. Остальная доля случаев в рассматриваемых условиях проявления размыва принадлежит промоинам и мелкоструйчатым водороинам.

Выделяют следующие **факторы оврагообразования**.

Гидроклиматические условия являются основными в оврагообразовании. Они обеспечивают объемы воды, необходимые для формирования в периоды ливней и весеннего снеготаяния таких расходов воды, которые обеспечивают эродирующую и транспортирующую способность потоков. Зависимость от климатических условий нарастает от городов подчиняющих рельеф к деревням и поселкам, подчиненным рельефу. Крупные и крупнейшие города сами вносят изменения в климатические условия на своей территории. При этом меняются условия инсоляции, что корректирует сроки и глубину промерзания грунтов, продолжительность сохранности снежного покрова, неравномерное по территории начало стока талых вод. Изменение атмосферной циркуляции влияет на характер выпадения осадков. Роль гидрологических факторов, зависящих от климатических и орографических условий конкретной территории, для населенных пунктов разных типов неоднозначна. Для оврагообразования наиболее значимы расходы

воды в периоды ливней и весеннего снеготаяния, когда их эродирующая и транспортирующая способность потоков максимальны. При этом на развитие оврагов на склонах балок и речных долин и отвершков старых оврагов в пределах населенных пунктов оказывают значительное влияние потоки воды, сформировавшиеся в результате образования искусственных рубежей стока – кюветов, выемок, усиливающиеся при их разрушении или невыполнении ремонтных работ.

Геологические факторы. Большое значение имеют трещины, пористость, степень выветривания, степень сцепления, термическое состояние, влагонасыщенность пород. Устойчивость пород к размыву является одной из природных характеристик, оказывающих большое влияние на развитие овражной эрозии, распространении оврагов, интенсивность процесса и морфологический облик оврагов.

Геоморфологические факторы. На морфологию оврагов и скорость их развития оказывают большое влияние гравитационные процессы, интенсивность и объем которых, в свою очередь, зависят от природно-климатических и геологических условий территории. Большую роль в формировании оврага играют оползневые процессы, осыпи, оплывины, возникновение и интенсивность которых определяется гидрогеологическими условиями, характером и интенсивностью осадков, температурным режимом, степенью

задернованности склонов оврага. Прослеживаются определенные географические закономерности распространения этих процессов. Степной и лесостепной зонам, где распространены лессовидные суглинки, соответствуют развитие блоковых оползневых процессов. В лесной зоне, где распространены, в основном, тяжелые суглинки и глины, свойственны процессы типа оползней-сплывов, плоских оползней.

Ущерб и вероятную опасность от овражной эрозии экономисты рекомендуют определять ущербом, под которым понимают выраженные в стоимостных и натуральных показателях различия между фактическими (с учетом эрозии) и возможными (без эрозии) состояниями социальных условий и общественного производства. Ущерб от овражной эрозии можно рассчитать по существующим методикам, в том числе предложенным упомянутыми разработчиками.

Видов ущерба, причиняемого оврагами народному хозяйству и окружающей среде, насчитывается около 30. Среди них наиболее значимые для сельского хозяйства:

- разрушение ценных земель и вынос почвогрунтов на нижележащие кормовые угодья и непосредственно в водные объекты;
- увеличение площади земной поверхности на месте образования оврагов, непродуктивные потери почвенной влаги за счет усиления испарения с от-крытой поверхности оврагов и ухудшение гидрологического режима прилегающих

к оврагам площадей, снижение продуктивности земель;

– выход из активного хозяйственного оборота сельхозугодий, занятых оврагами (овражными системами), и участков, прилегающих к оврагам: в среднем 1 га оврагов исключает из интенсивного оборота 5 га прилегающих земель;

- снижение производительности машин и орудий на заовраженной территории из-за укороченных гонов между бровками соседних оврагов;

– разрушение дорожной сети и других коммуникаций.

Наибольший ущерб сельскому хозяйству наносят овражные системы — совокупность оврагов и коротких отвершков в их вершинной части, объединенных общим тальвегом (обычно донный балочный или лощинный овраг). Отвершки, разрастаясь, соединяются в общий контур и образуют обвальные котловины, которые десятилетиями вырабатывают свой профиль равновесия

Комплекс **противоовражных мелиораций** включает организационно-землеустроительные, агротехнические, лесотехнические и гидротехнические сооружения различного класса прочности. Многие проблемные овражные вопросы решаются на стадии землеустройства территории и организации комплексной противоэрозионной инфраструктуры.

На первом этапе проводят сбор информации о наличии, состоянии оврагов (действующий, затухший) и составляют

карту овражной эрозии, на которой в условных знаках отображают действующие, затухшие и закрепленные овраги, а также линии дальнейшего вероятного роста оврагов действующих и трассы возможных новых оврагов. На карте овражной эрозии проводят границы водоохранных зон по нормативам, приведенным в Постановлении Правительства РФ.

На последующих этапах землеустройства оптимизируют площади угодий с учетом местных ландшафтных территориальных структур и условий их функционирования без ущерба для экологической среды. После этого проектируют долговременные противоэрозионные линейные рубежи в виде залуженных водотоков и стокорегулирующих лесных полос, при необходимости усиленных совмещенными канавами и валами. Долговременные рубежи могут иметь межхозяйственный характер, поэтому их проектирование согласовывают с расположением производственных объектов, природными условиями и особенностями производства в смежных предприятиях. Проектирование стокорегулирующих мероприятий производят с расчетом предотвращения размывающих скоростей потока временных вод вдоль искусственных рубежей. Затем разрабатывают рабочие проекты по каждому оврагу или группе однотипных смежных оврагов по их закреплению и выполаживанию с последующим залужением или облесением заовраженных земель.

При закреплении оврагов хорошо зарекомендовали себя земляные водозадерживающие и водоотводящие валы, устраиваемые перед вершиной оврага на расстоянии, равном не менее 5-кратной глубине вершинного перепада. Для определенной группы оврагов, вышедших вершиной на приводораздельные склоны крутизной 3–5°, надежным и самым дешевым способом ликвидации их роста является сполаживание вершинного перепада бульдозером до крутизны 5° при водосборной площади в замыкающем створе при точке роста не более 7 га, до 3° — при площади водосбора не более 20 га. Овраги, имеющие большой разрушительный потенциал, закрепляют фундаментальными гидротехническими сооружениями из неразмываемых строительных материалов. Закрепленные овраги обсаживают древесно-кустарниковой растительностью, преимущественно корнеотпрысковой и размножающейся семенами (береза, белая акация и др.).

Водная эрозия, охарактеризованная выше, характеризует эрозию на сельскохозяйственных землях, что вызвано широким распространением линейной эрозии, связанной с земледелием и ущербом, наносимом пахотным угодьям. В литературе середины – второй половины XX века крайне редко встречаются сведения об оврагах в городах. В этих работах чаще только описываются подобные овраги с точки зрения их разрушительной деятельности и

констатации фактов разрушения сооружений или значительных скоростей роста оврагов.

В последние годы отмечается возросший интерес к изучению овражной эрозии, развивающейся в техногенных условиях.

Овраги классифицируются по многочисленным признакам: по происхождению, по положению в рельефе, скорости роста, активности, по форме в плане и т.д. Наиболее простым и научно обоснованным является деление всех оврагов по происхождению на естественные и антропогенные. Появление естественных оврагов вызывается рядом природных процессов: боковой эрозией, оползанием, карстом, суффозией, катастрофическими ливнями и др. Антропогенные же овраги своим появлением и развитием обязаны, прежде всего, хозяйственной деятельности человека, влияющей на состояние природных ландшафтов, то есть человек выступает «катализатором» их образования и развития.

Основными факторами антропогенного влияния на овражную эрозию в населенных пунктах являются:

- 1) изменение высотных отметок рельефа;
- 2) увеличение коэффициента стока воды за счет асфальтирования улиц;
- 3) изменение режим грунтовых вод;

- 4) перераспределение стока, связанное с возведением сооружений и прокладкой коммуникаций;
- 5) сведение лесонасаждений при застройке;
- 6) нарушение дерново-почвенного покрова при проведении строительных работ;
- 7) создание искусственных насыпей и т.д.

Каждый из факторов проявляется в сочетании с другими, усиливая или ослабляя их влияние. Так, возникновение и развитие оврагов возможно при небольшом расчленении территории, если осадки обеспечивают достаточные для размыва грунтов объемы стока воды. Наоборот, овраги не будут расти при высоком расчленении территории при недостатке осадков или высокой устойчивости грунтов к размыву.

Антропогенные овраги целесообразно разделить на две большие группы: сельскохозяйственные (*агрогенные*) и *техногенные*. Для этих групп оврагов наблюдается принципиальное различие в характере воздействия деятельности человека на природные ландшафты. Так, например, сельскохозяйственные работы обычно затрагивают обширную площадь и имеют больше косвенное воздействие на появление и развитие оврагов, в то время как техногенные овраги появляются чаще всего в результате каких-то локальных промышленных работ (выемка грунта,

сток промышленных вод и т.п.), которые напрямую изменяют и рельеф поверхности и характеристики стока.

В свою очередь, агрогенные овраги также подразделяются на два типа. К первому типу необходимо отнести «аграционные» овраги, появившиеся в результате нарушения естественных условий на водосборе пахотными работами и уничтожением растительности. Ко второму типу относятся «мелиоративные» овраги, появившиеся на каких-то искусственных водосборах, созданных в результате образования новых форм рельефа при проведении мелиоративных работ и овраги, появившиеся на склонах в результате чрезмерного орошения.

На наш взгляд типизация именно антропогенных оврагов должна выглядеть следующим образом (рис. 3).

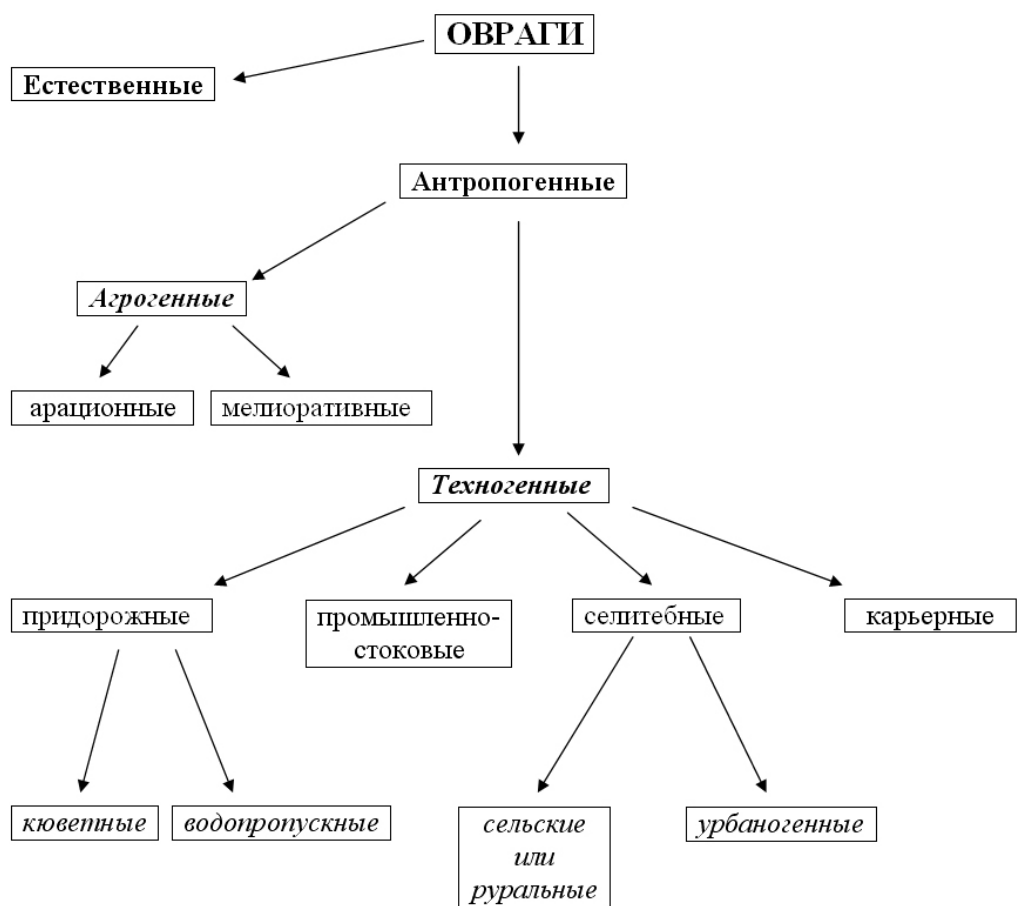


Рис. 3. Схема типизации оврагов по происхождению

Что касается техногенных оврагов, то среди них, можно выделить четыре типа – «придорожные», «промышленно-стоковые», «селитебные» и «карьерные». Здесь необходимо сразу отметить, что возникают они только в случае игнорирования рельефа при проектировании и строительстве промышленных и гражданских объектов и коммуникаций, при систематическом нарушении правил и условий их эксплуатации.

При изучении овражной эрозии актуальным является вопрос тенденций изменения темпов эрозионных процессов. В монографии «Пространственно-временные закономерности развития современных процессов природно-антропогенной эрозии на Русской равнине» анализируются изменения темпов эрозионных процессов на сельскохозяйственных землях юга лесной, лесостепной и степной зон Европейской России на период с начала 1960-х годов до настоящего времени.

1.2. Ветровая эрозия (дефляция)

Дефляция (от лат. *deflatio* — сдувание, развевание) почв, или ветровая (эоловая) эрозия, представляет собой разрушение и снос незащищенного поверхностного слоя почв воздушным потоком (ветром) при достижении им критической скорости, когда энергия потока превышает противодефляционную устойчивость почв.

Под *ветровой эрозией* почвы понимается разрушение, интенсивное перемещение и отложение почвенных частиц при определенной скорости ветра.

В мировой литературе термин «*дефляция*» означает только перенос почвенных частиц ветром и не охватывает полностью данное явление — разрушение, перенос и отложение почвенных частиц.

Встречаются два основных вида проявления дефляции:

ускоренная (пыльные бури) и повседневная (местная).

Ускоренная дефляция — разрушение и перенос частиц почвы с поверхности пахотного угодья пульсирующим воздушным потоком в результате нерациональной антропогенной деятельности; проявляется в виде пыльных (пылевых) или черных бурь, когда скорости воздушного потока значительно превышают критические величины и противодефляционную устойчивость почв. *Ускоренная дефляция в виде пыльных бурь*, как правило, охватывает значительные территории, вовлекая в воздушный поток большие массы почвы и перенося ее на значительные расстояния, что приводит к уничтожению посевов, потере плодородия почв в результате сноса ее верхних слоев; засыпке мелиоративных сооружений, дорог, населенных пунктов и лесных насаждений; загрязнению атмосферы, ухудшению здоровья населения.

Различают зимние, ранневесенние, поздневесенние, летние и осенние пыльные бури. Зимние пыльные бури отличаются высокой скоростью ветра (>15 м/с) и могут проявляться при наличии снежной и мерзлой поверхности почвы преимущественно в лесостепной и степной зонах. Ранневесенние пыльные бури, как правило, распространены на черноземах и темно-каштановых почвах.

Летние и осенние пыльные бури происходят в основном на черноземах обыкновенных и каштановых почвах при

скорости ветра до 10 м/с. На высоте 0–15 см для темно-каштановой супесчаной почвы она составляет 3–4 м/с, темно-каштановой легкосуглинистой — 5 м/с, а для чернозема обыкновенного тяжелосуглинистого — 5,5–7 м/с. Влажность и температура воздуха оказывают косвенное влияние на дефляцию. Высокая температура и низкая влажность воздуха способствуют интенсивному испарению влаги с почвы и тем самым усиливают разрушительное влияние ветра на почву.

Повседневная (местная, верховая, поземка) дефляция — развевание незащищенного или слабозащищенного верхнего слоя почв под влиянием периодически действующего воздушного потока со скоростью ниже критической или возникающего локального ветра вертикальной направленности (завихрения).

Повседневная дефляция в аридных районах наблюдается постоянно — на грунтовых дорогах, полях при проходе любых агрегатов и грузовых машин; при работе бульдозеров и экскаваторов на любых строительных объектах и сооружениях; при прогоне многочисленных стад сельскохозяйственных животных. Следовательно, повседневная эрозия действует медленно, почвенные частицы переносятся обычно на небольшие расстояния, но с постоянством и неотвратимостью геологического фактора.

Дефляция существует как природное явление и проявляется особенно активно при нарушении землепользователем верхнего слоя почв и отсутствии растительного покрова или при сильной его изреженности. Ветровой поток при повышенных скоростях насыщается мелкими фракциями пыли, выносимыми со слабоприкрытых растениями участков почвы, и переоткладывает их по элементам рельефа на разных расстояниях в зависимости от скорости потока. Дефляция приводит к ухудшению физических и химических свойств почв, их водного режима, нарушению функциональных связей компонентов ландшафта, снижению продуктивности сельскохозяйственных угодий. Распашка обширных массивов земли в исторические времена привела к возникновению губительных пыльных бурь в районах с континентальным климатом.

К факторам и причинам возникновения и развития дефляции почв относят их генетические свойства, климатические условия, особенности рельефа, характер использования земли в сельскохозяйственном производстве. Основные факторы, определяющие податливость пахотной почвы к ветровой эрозии: воздействие ветра определенной скорости, степень распыления верхнего слоя почвы (0–5 см) и сохранность пожнивных остатков на ее поверхности.

Эродирование почв ветром представляет собой физический процесс, протекающий при взаимодействии воздушного потока с

поверхностью почвы, что и является причиной возникновения дефляции. Этот процесс весьма сложен, что связано с изменчивостью как внешних факторов, характера рельефа, скоростей и направления ветров, так и состояния поверхности самой почвы, элементов ее шероховатости (распыление, растительные остатки, гребни и др.). При изучении воздействия ветра на почву необходимо, прежде всего, раскрыть (выявить) механизм отрыва почвенных частиц, их подъема и переноса.

По мере приближения к поверхности почвы скорость ветра снижается, и тем больше, чем более шероховата поверхность почвы. Установлено, что на высоте 0,2–0,4 мм (у поверхности почвы) скорость воздушного потока практически равна нулю. С увеличением высоты она резко возрастает. В зависимости от размера частиц, скорости ветра и структуры потока виды передвижения почвенных частиц различны.

Различают три основных типа перемещения в зависимости от размера частиц:

- 1) перенос очень тонких частиц в суспензии;
- 2) передвижение в виде прыжков и скачков;
- 3) перемещение частиц приволочения.

Примерно 7–25% общей массы почвенного материала передвигаются ветром волочением, 55–72% — прыжками и 3–38% — в суспензии. Размер почвенных агрегатов и частиц, соответствующих этим типам передвижения, составляет 0,1–0,5 и менее 0,1 мм. Фракции размером менее 0,1 мм находятся

в штилевом слое и не могут быть оторваны и подняты ветром. В поток движущегося воздуха их выбивают более крупные перемещающиеся частицы. После подъема скорость падения частиц меньше 0,1 мм настолько мала, что они длительное время могут находиться во взвешенном состоянии при турбулентном движении воздуха и перемещаться на далекие расстояния.

Вместе с тем масса переносимого эолового материала, движущаяся лавинообразным потоком, разрушает не только почву, но воздействует на сельскохозяйственные растения, засекая и уничтожая их, приводя к гибели насекомых, мелких диких степных животных и вызывая негативные последствия. При этом следует учесть, что наиболее эрозионно-активными являются фракции размером 0,1–0,5 мм в диаметре из-за их передвижения скачками, что вызывает все негативные последствия.

Ветровая эрозия является лавинообразным процессом, обладающим большой разрушительной силой. Если насыщенный скачущими частицами пылевоздушный поток с эродируемого участка поля переносится на соседний участок, то этот участок также подвергается эрозии под воздействием частиц, содержащихся в воздушном потоке.

Интенсивность ветровой эрозии зависит от скорости, направления и повторяемости ветра, количества осадков, смены температур, влажности воздуха и почвы, устойчивости почв,

геоморфологических условий и рельефа. Ветровая эрозия чаще наблюдается днем, что определяется суточным ходом скорости ветра. Продолжительность действия ветровой эрозии находится в тесной связи со скоростью ветра. Почвы наиболее податливы к выдуванию в зимний и весенний периоды, когда ветры имеют высокую скорость, а поверхность почвы взрыхлена и недостаточно покрыта растительностью.

Распыленность почвы, вызванная в основном частыми обработками отвальными орудиями, обусловила настолько низкую противозерозионную устойчивость, что ветровая эрозия наблюдается даже при незначительных (5 м/с) скоростях ветра во все периоды года.

Скорость ветра, при которой начинается движение эрозионноопасных фракций почвы, называется *пороговой*. Пороговая скорость ветра в основном зависит от состояния поверхности почвы, в частности степени распыленности верхнего слоя. Критические скорости ветра почти одинаковы для всех почв при условии равной степени распыленности верхнего слоя, независимо от генетических характеристик.

Для передвижения комочков почвы крупнее 1 мм необходима скорость ветра свыше 11 м/с на высоте 0–15 см. Такая сила ветра в приземном слое во время пыльных бурь в Казахстане не встречалась, т. е. комочки крупнее 1 мм в диаметре относительно ветроустойчивы в излучавшихся

условиях.

Степень распыления почвы оценивают по количественным показателям ее структуры в слое 0–5 см. Частицы почвы менее 1 мм в диаметре — эрозионноопасные, крупнее 1 мм — ветроустойчивые, почвозащитные. Устойчивость почвы против ветровой эрозии можно оценить по наличию комочков крупнее 1 мм в слое 0–5 см, выраженному в процентах от воздушно-сухой почвы.

К антропогенным факторам дефляции почв (или видам) относят:

- 1) уничтожение естественной растительности (лесной и травянистой);
- 2) распашка почв на больших площадях без применения почвозащитных мероприятий;
- 3) неправильная организацию территории;
- 4) бессистемный выпас скота.

В значительной мере усиление процессов дефляции было вызвано массовой распашкой земель в послевоенные годы, прежде всего при освоении целинных и залежных земель. Например, в Новокубанском районе Краснодарского края площадь пашни в 1961–1965 гг. увеличилась до 230,2 тыс. га по сравнению со 158 тыс. га в 1943–1945 гг., или с 52 до 72% от общей земельной площади, в то время как площадь под сенокосами и выгонами за этот период сократилась с 90,6 тыс. га до 35,3 тыс. га, или с 30 до 9% от земельной площади.

Традиционная технология возделывания сельскохозяйственных культур, включающая лущение стерни, оборачивание пласта, перемешивание, уплотнение и выравнивание поверхности почвы вызывает усиление дефляции. В исследованиях Всероссийского НИИ механизации сельского хозяйства (ВИМ) в Новокубанском районе Краснодарского края на черноземах обыкновенных карбонатных тяжелосуглинистых установлено, что по мере увеличения количества почвообрабатывающих операций наблюдалась тенденция увеличения количества эрозионноопасных частиц (размером менее 1 мм) в обрабатываемом слое почвы. Однократная обработка почвы почвообрабатывающими орудиями на глубину до 10 см повышала содержание эрозионноопасных частиц в среднем на 4%, трехкратная и пятикратная — соответственно на 6 и 8%. Наиболее интенсивно разрушали почву орудия, выполняющие поверхностную обработку, а также ходовые органы машин. Уровень распыленности почвы и интенсивности накопления в ней эрозионноопасных частиц в верхнем слое определялся исходным состоянием почвы, ее гранулометрическим составом, влажностью, а также типом рабочих и ходовых органов машин, количеством обработок и числом проходов машинно-тракторных агрегатов. Уровень нарастания содержания эрозионноопасных фракций в почве по следам колесного трактора в 2,5–3,5 раза больше, чем

гусеничного трактора того же класса.

На основании широких разноплановых исследований и натурных полевых наблюдений установлено, что устойчивость поверхности почвы к дефляции весьма непостоянна. Это объясняется в основном изменчивостью ее основного диагностического признака — комковатости верхнего 0–5 см слоя. Структурный состав почвы зависит от воздействия на почву климатических факторов и агротехники возделывания сельскохозяйственных культур. Причем климатический фактор играет решающую роль в проявлении дефляции.

Доказано, что континентальность климата, резкие колебания температуры и влажности в зимний и ранневесенний периоды способствуют снижению связности почвенного комка при объемных изменениях, происходящих в нем в результате фазовых превращений воды. В почве кроме чисто физического процесса разрушения крупных комковатых агрегатов в периоды замерзания–оттаивания, увлажнения–высушивания идут сложные физико-химические процессы.

Таким образом, сезонные наблюдения за количеством эрозионноопасных агрегатов в поверхностном слое почвы показали, что черноземы (глинистые и тяжелосуглинистые) уже в январе могут быть предрасположены к ветровой эрозии. Срок достижения почвой эрозионноопасного состояния

определяется климатическими условиями данного осенне-зимне-весеннего сезона: распределением по месяцам числа дней с осадками и длительностью периодов положительных и отрицательных температур. Чем больше таких дней, тем раньше почва становится эрозионноопасной.

Несмотря на общие закономерности и признаки проявления ветровой эрозии, существуют ее отличительные особенности в зависимости от природных зональных почвенно-климатических условий, а именно частота проявления, степень неблагоприятного воздействия и др.

Наиболее часто пыльные бури отмечались в степной зоне Северного Кавказа, Среднего и Нижнего Поволжья, Западной Сибири и Алтайского края. Особенно сильными и катастрофическими по своим последствиям они были на Северном Кавказе. Наиболее сильные в указанной зоне отмечались в 1892, 1928, 1960, 1965 и 1969 гг. Развитие пыльных бурь в эти годы наблюдалось на огромных территориях, по своей интенсивности они носили катастрофический характер и приносили огромный ущерб сельскому хозяйству.

Статистика ущерба, вызываемого пыльными бурями, несовершенна. Наиболее часто в литературе приводятся цифры, характеризующие гибель или повреждение посевов пыльными бурями. В 1960 г. на Северном Кавказе и Украине пострадало около 4 млн га посевов. В 1969 г. в Ростовской области

погибло или требовало подсева 500 тыс. га озимых, в Ставропольском крае было повреждено 758 тыс. га озимых. В Краснодарском крае в 1969 г. погибло 565 тыс. га посевов и на 308 тыс. га требовался подсев. В целом же на территории европейской части бывшего СССР в 1969 г. от пыльных бурь и других неблагоприятных условий озимые культуры погибли на площади 8,7 млн га.

Большинство исследователей указывают, что во время пыльных бурь почвы тяжелого гранулометрического состава теряют в степной зоне Северного Кавказа от 2 до 7 см гумусового слоя. К сожалению, учета площадей, потерявших в процессе пыльных бурь часть гумусового слоя, не ведется. Можно сослаться лишь на данные по Краснодарскому краю, где в 1969 г. на 2 млн га зяби было выдудо от 2 до 10 см слоя почвы.

На территории европейской части СССР пыльные бури наиболее часто повторялись в пределах распространения обыкновенных, южных и предкавказских черноземов, а также каштановых почв южнее линии Балта–Кременчуг–Полтава–Харьков–Валуйки–Балашов–Куйбышев–Уфа–Ишимбай–Новотроицк. В основу районирования территории европейской части бывшего СССР по степени подверженности ветровой эрозии положены условия увлажнения, климатические и зональные особенности, степень освоенности и облесенности территории и критические

скорости начала ветровой эрозии. Выделены следующие провинции: Европейская лесостепная, Волго-Донская, Украинская степная, Черноморско-Приазовская, Северо-Кавказская, Приволжско-Бугульминско-Белебеевская, Южно-Приуральская, Прикаспийская полупустынная, Прикаспийская пустынная.

Однако в научной литературе процессы ветровой эрозии наиболее часто рассматриваются в пределах крупных регионов: Северный Кавказ, Поволжье, Западная Сибирь. Это обстоятельство обуславливает последующее рассмотрение особенностей проявления пыльных бурь в пределах указанных регионов.

По данным «Государственного (национального) доклада...» наиболее опасными в эрозионном в дефляционноопасном отношении являются территории Сибирского (43,0%), Южного (30,0%), Северо-Кавказского (14,0%) и Приволжского (9,0%) федеральных округов (рис. 4).

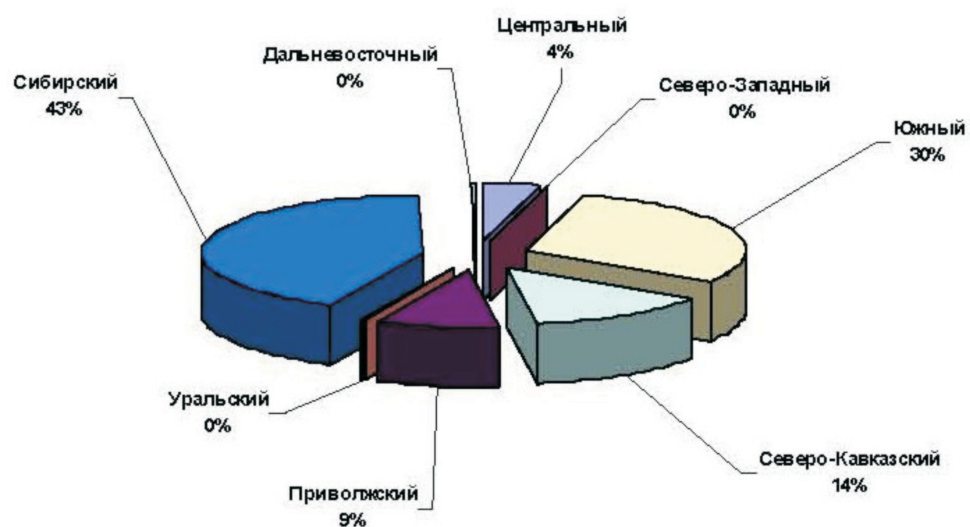


Рис. 4. Доля дефлированных земель по федеральным округам в Российской Федерации

Ущерб от ветровой эрозии почв. Дефляционные процессы оказывают негативное воздействие на почвенный покров, морфологические, физико-химические свойства и вещественный состав почв, их плодородие и наносят ущерб (соизмеримый с таковым от водной эрозии) и выражается снижением уровня плодородия почв и в стоимости земельного участка.

Мероприятия по предотвращению дефляции в Поволжье

В разработанных адаптивно-ландшафтных системах земледелия для дефляционных зон Поволжья при возделывании зерновых культур используется стерневая технология на базе безотвальной (плоскорезной) обработки

на всех полях севооборота с короткой ротацией.

Один из восьми выделенных на территории Поволжья основных типов агроландшафтов — противодефляционный буфернополосный (супесчаные и песчаные почвы, ветроударные склоны). Регламентируемый уровень пашни — 40–60%. В таких агроландшафтах почвозащитными экологическими рубежами являются ветроударные лесные полосы, кустарниковые кулисы, буферные, включающие безотвальное рыхление с оставлением стерни, комбинированные обработки и приемы минимализации. Максимально допустимая площадь пашни — 50–60%.

Почвозащитные технологии обработки почвы рекомендовано применять дифференцированно в зависимости от агроландшафта.

В сухостепном Поволжье одним из основных элементов агроландшафтных систем земледелия являются лесные полосы. Защитно-мелиоративный эффект достигается на полях с законченной системой лесных полос, размещенных с учетом основных факторов ветроэрозионного процесса (критическая скорость ветра, эродируемость почвы, годовая продолжительность пыльных бурь, направление и скорость ветра при пыльных бурях и др.). Межполосное расстояние — от 250–400 до 800–900 м в зависимости от гранулометрического состава почв.

На территории Волгоградской области в 2000–2004 гг.

посажено 1,5 тыс. га защитных лесных насаждений, безотвальная почвозащитная влагосберегающая технология применялась на 2,5 млн га, в том числе минимальная — на 1,1 млн га.

В Саратовской области безотвальная и плоскорезная обработки получили наибольшее распространение в левобережных районах зоны действия ветровой и водно-ветровой эрозии и применялись в последние годы на площади около 2 млн га. В лесостепном Поволжье широкое распространение получили зернопаропропашные и зернопаровые севообороты, в которых наличие полей чистого пара и пропашных культур способствует улучшению водного и пищевого режимов и очищению от сорняков. Однако сложившаяся система земледелия при недостатке в последние годы органических и минеральных удобрений не обеспечивала сохранения почвенного плодородия.

По данным Ульяновского НИИ сельского хозяйства, в зернопаропропашном севообороте с высоким удельным весом пропашных (22% площади поля) минерализация гумуса составляла 978 кг/га, а восстанавливался он примерно только на треть. Для полного восстановления гумуса нужно ежегодно вносить по 6,3 т/га навоза. При введении в севооборот 1 поля многолетних трав потребность внесения навоза сократилась до 5,6 т/га; при введении 1 или 2 полей многолетних трав и замене чистого

пара сидеральным — соответственно до 2,7 и 2,0 т/га.

Рекомендуется совершенствовать севообороты, заменяя чистые пары сидеральными и дифференцировать систему севооборотов в зависимости от специализации хозяйств.

Большое разнообразие природно-хозяйственных условий и особенностей проявления дефляции на территории европейской территории России вызывает необходимость применения комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических и агролесомелиоративных приемов защиты почв. Основная цель их — предотвратить выдувание почвы там, где эти процессы только начинаются, и снизить потери почвы до допустимого уровня там, где они наносят значительный ущерб.

Основные проблемы, существующие при использовании пахотных земель в регионе Поволжье, могут быть сформулированы следующим образом:

- в современных условиях антропогенную и организационную основу формирования дефляционных процессов в регионе, особенно в степных районах, составляют зерновые короткоротационные севообороты (3–4-польные) с чистым паром;
- почва поля чистого пара в севообороте в течение 19–21 месяцев остается открытой, незащищенной, поэтому постоянно сохраняется угроза возникновения дефляции;
- противоэрозионные мероприятия в существующих

севооборотах на полях с зяблевой отвальной пахотой проводятся не комплексно, по существу почва остается незащищенной, особенно в опасные для возникновения дефляции периоды года;

– в зернопаровых (3–4-польных) севооборотах с наличием чистого пара и применением тяжеловесной мощной техники при уходе за ним происходит интенсивное перемалывание — распыление и переуплотнение почвы, что способствует проявлению дефляции и снижает продуктивность почвы;

– из севооборотов изъяты многолетние травы, солома колосовых в основном сжигается, в почву поступает ограниченное количество органического вещества, а также идет его усиленная минерализация, что вызывает истощение корнеобитаемого слоя;

почвы полей чистого пара и зяби, обработанные отвальными плугами, являются основными источниками дефляции. Однако недооценка данного негативного влияния сохраняется.

ТЕМА 2. УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВ

Под физической деградацией почв понимается устойчивое ухудшение их физических свойств, в первую очередь структурного состояния и сложения, приводящее к ухудшению водного, воздушного, температурного и

питательного режимов и в конечном итоге — к снижению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Деградация физического состояния почв — явление многоплановое и многофакторное, относится к наиболее распространенному виду деградации почв и почвенного покрова, обусловленному как природными, так и в основном антропогенными воздействиями.

Важнейшим фактором деградации физического состояния пахотного слоя, особенно почв суглинистого и глинистого гранулометрического состава, является уплотняющее воздействие тяжелой сельскохозяйственной техники, приводящее к переуплотнению почвы. Другим важным фактором деградации физического состояния почв является уменьшение содержания органического вещества в результате интенсивно идущих процессов его минерализации при распашке и отторжения растительной массы с урожаем, процессов эрозии и других причин.

Рассматривая уменьшение содержания гумуса в почве и уплотняющее воздействие на почву сельскохозяйственной техникой раздельно, следует иметь виду, что на практике их следует обсуждать совместно, поскольку вместе они усиливают деградацию физических свойств почв.

Развитию физической деградации пахотных почв также способствуют следующие антропогенные воздействия:

— длительное сельскохозяйственное использование почв без применения органических удобрений или удобрение небольшими дозами;

— нарушение агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур, например, при обработке почв с высокой и низкой влажностью и т.п.;

— многократные (интенсивные) механические обработки почв, особенно под пропашными культурами;

— нарушение системы севооборотов (высокая доля пропашных культур, невысокая доля полей с многолетними травами);

— увеличение площади распаханых территорий;

— развитие водной и ветровой эрозии на открытых поверхностях пахотных почв и т.д.

В 90-е-годы прошлого столетия и в начале XXI в. в нашей стране и во всем мире (через 15–20 лет после начала использования на полях современной тяжелой техники) особенно остро встает вопрос о физической деградации почв за счет их уплотнения и переуплотнения техникой.

Уплотнение почв — это процесс увеличения плотности сложения почвы сопутствующего ему изменения других параметров физического состояния почв. Различают две стадии этого процесса: умеренное уплотнение и переуплотнение. При умеренном уплотнении почвы ее плотность остается ниже критических значений, при этом

сохраняется способность к разуплотнению под влиянием природных и антропогенных факторов.

При переуплотнении почвы значения ее плотности становятся выше критических, и почва практически утрачивает способность к восстановлению исходного физического состояния.

Переуплотнение почв современной энергонасыщенной сельскохозяйственной техникой — явление глобальное, наблюдающееся во всех странах с интенсивным земледелием. С появлением на полях механизированных средств обработки почв и уборки урожая сельскохозяйственных культур резко возросло влияние на почву движителей сельскохозяйственной техники и почвообрабатывающих орудий. Создание новой более мощной техники сопровождалось значительным повышением общих и удельных нагрузок на почву. Особенно резко возросли нагрузки на почву от тяжелых тракторов общего назначения Т-150, К-700, К-700А и К-701, которые имеют массу в 1,3–2,4 раза большую, чем их предшественники. Значительно увеличилась масса комбайнов, транспортных средств.

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур сопровождаются многократным проходом по полю тракторов, сеялок, комбайнов, автомашин и другой техники.

Ежегодно значительная часть сельскохозяйственных

полей подвергается в среднем 2–4-кратному воздействию техники, отдельные же участки (особенно поворотные полосы) — 8–16-кратному. Сильное уплотняющее воздействие на почву оказывает и мелиоративная техника при строительстве оросительных и осушительных систем.

Механизм переуплотнения почв под действием внешнего давления заключается в трансформации пор крупного размера — воздухо- и влагопроводящих, в мелкие поры, затрудняющие воздухо- и влагообмен и содержащие большое количество недоступной растениям влаги. Следствием этих процессов является ухудшение водно-физических свойств почв.

Отмеченные закономерности наблюдаются в почвах как с низким, так и с высоким содержанием органического вещества, но в разных интервалах абсолютных величин плотности. Переуплотнение почв с высоким содержанием органического вещества наступает при более низких значениях плотности (1,2–1,3 г/см³) по сравнению с почвами с небольшим содержанием органического вещества, в которых переуплотнение наблюдается при более высоких значениях плотности (1,4–1,5 г/см³).

Одним из способов предотвращения уплотнения пахотных почв является **применение минимальной обработки почв**. В нашей стране используются в основном следующие приемы:

- 1) сокращение глубины основной обработки, числа и глубины предпосевных и междурядных обработок;
- 2) замена глубоких обработок поверхностными и мелкими, также нулевой обработкой, которая начинает внедряться в земледельческую практику;
- 3) совмещение нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе с применением комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов.

Из вышеперечисленных приемов минимизации обработок только прием совмещения нескольких технологических операций в одном рабочем процессе с использованием комбинированных почвообрабатывающих и посевных агрегатов может быть применен на всех типах почв вне зависимости от их физических свойств. Все другие приемы минимизации обработки почвы должны проводиться с учетом физического состояния почвы.

Другим способом восстановления плодородия средне- и сильнодеградированных пахотных почв является **перевод их в залежное состояние**. За последние 10–15 лет из сельскохозяйственного оборота в России выпало от 30 до 40 млн га пахотных почв (Хитров и др., 1998). Это не только почвы, использование которых в настоящее время экономически не выгодно (низкоплодородные, удаленные от населенных пунктов, выпаханые и

сильнодеградированные), но и плодородные, окультуренные, бывшие орошаемые и осушенные почвы.

Важным аспектом в изучении залежных почв является возможность естественного восстановления плодородия антропогенно-деградированных, т.е. выпаханных, эродированных и переуплотненных почв

Детальные исследования постагрогенной эволюции дерново-подзолистых суглинистых почв показали, что при их оставлении в залежь под лесной растительностью идет длительный и постепенный процесс восстановления свойств генетического профиля дерново-подзолистых почв. В молодых залежах наиболее быстро восстанавливаются физико-химические свойства почв, физические свойства (плотность, агрегированность) и зоогенность. Изменения касаются верхней 0–30 (35) см толщи почв.

Тема 3. ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЕ ПОЧВ, ПОДТОПЛЕНИЕ И ЗАБОЛАЧИВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ

Переувлажнение почв (син. избыточное увлажнение почвы) — состояние почвы в целом или отдельного ее горизонта, при котором влажность почвы (или отдельного горизонта) сохраняется выше наименьшей влагоемкости сравнительно длительный период времени, затрудняя или исключая воздухообмен между почвой и приземным слоем атмосферы. Развитие переувлажнения происходит при

положительном водном балансе почвы в целом или отдельного ее горизонта.

Различают две существенно отличающиеся ситуации, сопровождающие переувлажнение почвы. Наиболее часто переувлажнение сопровождается возникновением и развитием анаэробных условий и соответствующих им окислительно-восстановительных процессов в почве. Это приводит к угнетению или гибели многих культурных растений и поселению влаголюбивых сорных видов.

Вторая ситуация связана с переувлажнением почвы в аэробных условиях за счет поступления вод, содержащих большое количество растворенного кислорода. Она встречается сравнительно редко в холодном климате в горах в условиях пониженной микробиологической деятельности и проточности почвенных вод.

Наименьшая влагоемкость (НВ) почвы (син. предельная полевая влагоемкость (ППВ) почвы) — это влажность почвы (или отдельного горизонта), соответствующая максимальному количеству воды, удерживаемому капиллярно-сорбционными силами в порах почвы после предварительного заполнения всего порового пространства водой и свободного гравитационного стекания воды в течение 2–3 дней в условиях исключения испарения с поверхности почвы и потребления воды корнями растений.

Анаэробные условия — это условия в почве, сопровождающиеся отсутствием или затрудненным обменом между атмосферным воздухом приземного слоя и почвенным воздухом в поровом пространстве почвы, а также крайне низким содержанием или отсутствием свободного молекулярного кислорода (O_2) в почвенном воздухе и растворенного кислорода в почвенном растворе. Анаэробные условия приводят к развитию окислительно-восстановительных процессов с образованием восстановленных форм железа, марганца, азота, серы. В анаэробных условиях способны жить организмы, получающие энергию за счет окислительно-восстановительных реакций при отсутствии свободного кислорода и наличии легко сбраживаемого органического вещества.

Аэробные условия — это условия в почве, обеспечивающие поступление молекулярного кислорода в почвенный воздух в количестве, достаточном для осуществления дыхания живыми организмами, населяющими почву, и корнями растений.

Окислительно-восстановительные процессы в почве — это процессы преобразования химических соединений в почве, представляющие собой совокупность протекающих во времени реакций отдачи электронов одними элементами (окисление) и присоединением электронов другими

(восстановление), сопровождающиеся изменением степени окисленности участвующих в реакции химических элементов.

Подтопление земель — процесс регионального подъема уровня грунтовых вод за счет их подпора в местах разгрузки, сопровождаемый возникновением длительного сезонного или постоянного переувлажнения нижней части почвенного профиля почв земельного угодья.

Заболачивание земель — процесс развития сильного длительного сезонного или постоянного переувлажнения всего почвенного профиля или его верхней части почв земельного угодья. Заболачивание земель сопровождается поселением видов, характерных для болотной растительности (мхов, осок, тростника и др.).

Затопление почв или земель — процесс возникновения и развития слоя свободной воды на поверхности почвы или земельного угодья, сопровождающийся водонасыщением и переувлажнением почвы.

Водонасыщенной считается почва, все поровое пространство которой заполнено водой.

Грунтовые воды — это подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на первом выдержанном по площади водоупорном пласте.

Верховодка — это временное, сезонное скопление подземных вод, не имеющих гидравлической связи с грунтовыми водами.

Водный режим почвы — совокупность процессов и явлений поступления воды в почву, изменения состояния воды в почве, ее передвижения внутри почвы, потребления воды организмами и удаления ее из почвы, а также изменение всех указанных явлений и процессов во времени.

Для количественного описания водного режима почвы используют физико-математические модели упомянутых выше процессов и для каждого требуемого интервала времени и объема почвы рассчитывают водный баланс.

Естественные почвы избыточного увлажнения распространены в большинстве почвенно-биоклиматических областей Мира.

■ *В тундровой зоне* многие почвы испытывают переувлажнение почвенного профиля в течение короткого (от двух недель до двух месяцев) вегетационного периода, когда эти почвы оттаивают. Водонасыщенное или близкое к нему состояние обусловлено несколькими причинами. Первая из них — на глубине от 0,5 до 3 м залегают слои многолетнемерзлых пород (вечная мерзлота) постоянной отрицательной температурой. В этих условиях вода из жидкого состояния переходит в твердое (лед) и не может течь. Поэтому многолетне-мерзлые породы являются

абсолютным водоупорным слоем, через который невозможен дренаж вод из расположенного выше водонасыщенного оттаявшего слоя с почвой. Вторая причина — для многих (но не всех) тундровых территорий характерен холодный гумидный климат с отрицательными среднегодовыми температурами воздуха и превышением количества выпадающих осадков над испаряемостью. Он создает положительный баланс влаги в почве за счет поступления осадков в большем количестве, чем их может испариться или быть израсходовано растениями при имеющемся поступлении тепла. Третья причина — почти плоский рельеф с малыми уклонами, характерный для равнинных тундр, который затрудняет естественный поверхностный дренаж территории. По этим причинам во многих тундровых почвах имеются оторфованные или торфяные горизонты и признаки оглеения в разных минеральных горизонтах вплоть до образования собственно глеевых горизонтов. Имеющееся разнообразие почвообразующих пород и прочих экологических условий определяет многообразие тундровых почв избыточного увлажнения: торфяно-глееземы, глееземы криотурбированные, криоземы глееватые, органо-криометаморфические глееватые, пелоземы гумусовые глееватые, аллювиальные торфяно-глеевые, торфяные олиготрофные почвы, гравелисто-торфяные эутрофные

почвы, подбуры глееватые, торфяно-подбуры глеевые, подзолы глееватые, торфяно-подзолы глеевые перегнойно-глеевые криотур-бированные и другие почвы.

В таежно-лесной зоне постоянное избыточное увлажнение характерно для торфяных болотных (низинных и верховых) и дерново-глеевых почв, длительное сезонное переувлажнение — для болотно-подзолистых и аллювиальных пойменных почв, а также кратковременные периоды переувлажнения — для подзолистых почв на суглинистых и глинистых отложениях. Широкому распространению явлений естественного переувлажнения почв таежно-лесной зоны способствует умеренный (бореальный) гумидный климат с коэффициентом увлажнения больше единицы. При 500–600 мм выпадающих годовых осадках, а при поступающем количестве тепла может испариться только 400–450 мм. Это способствует избыточному поступлению воды в ландшафт. Пересеченный рельеф, разнообразие гидрофизических свойств пород и текстурная дифференциация профиля подзолистых и болотно-подзолистых почв в совокупности приводят к существенному пространственному перераспределению воды в ландшафте.

Под широколиственными и хвойно-широколиственными травянистыми лесами на ровных участках или пологих склонах, сложенных породами тяже-лого

гранулометрического состава (тяжелыми суглинками, глинами), в условиях затрудненного естественного дренажа формируются буроземы глеевые подзолисто-буроземные глеевые почвы. Они распространены в холмистых, предгорных и горных районах Карпат, Кавказа, Крыма, Алтая, Дальнего Востока и других горных регионов среди массивов бурых лесных почв.

Начиная с лесостепи и южнее, почвы избыточного увлажнения приурочены преимущественно к вогнутым элементам мезо- и микро-рельефа, в которых наблюдается сосредоточение поверхностного стока, а также к территориям с неглубоким (менее 3–5 м) залеганием уровня грунтовых вод, связанным обычно с наличием водоупорных горизонтов.

В лесостепи под лиственными переувлажненными лесами или под влажными злаково-разнотравными вторичными лугами формируются серые лесные глееватые и глеевые почвы. В лесостепи и степи под многолетними травянистыми сообществами в условиях постоянного или сезонного переувлажнения развиты лугово-черноземные, луговые, лугово-болотные почвы, почвы засоленного ряда (солонди, лугово-степные и луговые солонцы, гидроморфные солончаки), темные слитые почвы (вертисоли), а также аллювиальные почвы пойм, испытывающие паводковое затопление.

В полупустынях и пустынях также встречаются небольшие участки, обильно увлажняемые поверхностными и грунтовыми водами. На них формируются торфяно-болотные и иловато-болотные почвы.

На побережьях морей в условиях периодического затопления и длительного переувлажнения функционируют маршевые почвы.

Таким образом, переувлажнение приводит к возникновению большого разнообразия естественных почв в зависимости от конкретного сочетания климатических, геоморфологических, гидрогеологических и биоценологических условий их функционирования и проявления различных сопутствующих процессов (образования и аккумуляции торфа, гумуса, миграции, преобразования и накопления соединений железа, алюминия, марганца, солей, твердых частиц и др.).

Каждая территория (ландшафт) имеет определенную предрасположенность или потенциальную опасность развития переувлажнения, обусловленную сочетанием параметров климата, рельефа и водно-физических свойств почв, почвообразующих и подстилающих пород до глубины 3–5 м.

В естественных условиях в силу конкретного сочетания параметров эта потенциальная опасность может не реализоваться. В свою очередь, прямая и косвенная

водорегулирующая деятельность человека в агроландшафте изменяет его водный баланс в целом или в отдельных его частях, нарушая естественное равновесие. В результате имеющиеся природные предпосылки строения и функционирования территории в новых условиях перераспределения влаги могут приводить к развитию локального переувлажнения в позициях с наибольшей предрасположенностью к нему, характеризующихся вогнутыми и слабонаклонными поверхностями и/или наличием относительных или абсолютных водоупорных почвенных горизонтов близко к дневной поверхности.

Природными предпосылками развития переувлажнения являются фоновые параметры климата и их многолетние циклы изменения, рельеф и гидро-геологическое строение территории.

Климат является одной из важных природных предпосылок образования переувлажненных почв в разных зонах. В условиях гумидного климата с коэффициентом увлажнения (КУ) больше единицы, характерным для лесной зоны с дерново-подзолистыми почвами, вероятность возникновения периодов переувлажнения большинства почв территории самая высокая. Это сопровождается широким распространением естественных болотных, подзолисто-болотных, луговых, пойменных и прочих переувлажненных почв. В лесостепи с серыми лесными почвами,

черноземами оподзоленными, выщелоченными и типичными, для которой характерно чередование лет с повышенным увлажнением ($KУ > 1$) и более сухих ($KУ < 1$), вероятность переувлажнения повышается только во влажные фазы многолетнего климатического цикла, продолжающиеся в течение двух–трех десятилетий подряд.

В степной зоне с черноземами типичными, обыкновенными и южными $KУ$ обычно равен 0,5–0,7, лишь в экстремально влажные годы, поднимаясь до 0,95–1,0. Здесь вероятность локального переувлажнения черноземов возникает в периоды с повышенным количеством осадков на фоне более высоких температур в холодное полугодие (октябрь–март), в течение которого атмосферные осадки впитываются в почву, не расходуясь растениями, и с более прохладным и дождливым летом.

В сухостепной зоне с каштановыми почвами $KУ < 0,4$ влияние изменения климатических параметров на возможность развития переувлажнения почв минимальна или отсутствует. Здесь из природных факторов основную роль играют рельеф и гидрогеологическое строение территории.

Роль *рельефа* в развитии переувлажненных почв хорошо исследована в лесной и лесостепной зонах многими почвоведомы. В степях действуют те же механизмы. Вода собирается на пониженных и вогнутых элементах рельефа с

малым уклоном: западинах, ложбинах и т.д. Указанные позиции рельефа увеличивают вероятность возникновения переувлажнения почв (дерново-подзолистых, серых лесных, черноземов, каштановых) за счет сосредоточения вод поверхностного и внутрипочвенного бокового стока, а также в результате относительного замедления оттока поступающей воды за счет низкого градиента гидравлического напора при малых уклонах, т.е. разности высот поверхности почвы в двух точках, отнесенной к расстоянию между ними.

При высокой водопроницаемости почв и нижележащих пород поступающая вода не обязательно вызывает переувлажнение. Возможно более глубокое промачивание почвы с повышением водообеспеченности растений и последующим расходом почвенных вод на потребление, транспирацию растений и/или частичный сток в более глубокие горизонты зоны аэрации или в грунтовые воды.

Возникновение переувлажнения почв в вогнутых позициях рельефа возможно при сочетании еще, по крайней мере, двух условий. Первое дополнительное условие — повышенное поступление воды атмосферных осадков в более влажные годы и/или поверхностного стока с водосборной площади. Второе дополнительное условие — наличие относительных водоупоров почве или грунтах до глубины 3–5 м.

Важной природной предпосылкой возникновения очагов переувлажнения является неоднородное *литологическое гидрогеологическое строение территории*. Если комплекс пород представлен двумя, тремя большим количеством литологических слоев, которые отличаются по своим гидрофизическим характеристикам, в агроландшафте могут встречаться абсолютные или относительные водоупорные слои или прослойки. Очаги переувлажнения обычно развиваются в тех случаях, когда относительно слабопроницаемые слои располагаются на сравнительно небольшой глубине 2–3 м, реже 5–10 м от дневной поверхности. Поверхность водоупора часто имеет свой внутренний рельеф, не совпадающий с внешним рельефом дневной поверхности. Такой внутренний рельеф водоупора имеет бугры, ложбины, западины, склоны разной выпуклости и вогнутости. В результате он создает условия сосредоточения потока грунтовых вод вдоль подземных ложбин и условия накопления воды в подземных западинах и возле препятствий на пути движения грунтовых вод.

Возникновению переувлажнения почв могут способствовать разнообразная **деятельность человека**, влияющая на перемещение поверхностных и подземных вод и изменяющая статьи водного баланса почв.

Создание искусственных водоемов (прудов, водохранилищ) без гидроизоляции их ложа, сопровождается

затоплением почв самими водоемами, подпором водоносных горизонтов в зонах их разгрузки, инфильтрацией воды из водоема в породы зоны аэрации, расположенные ниже уровня воды водоема подтоплением окружающих земель в соответствии с рельефом и гидрогеологическим строением территории.

Создание каналов для переброски воды в земляном русле. При этом в результате инфильтрации воды из ложа канала под ним происходит формирование купола грунтовых вод, который постепенно растекается в стороны, вызывая подъем уровня грунтовых вод на окружающей территории с более низкими позициями рельефа, подтопление и заболачивание земель.

Орошение земель способами и режимами, способствующими инфильтрационному пополнению грунтовых вод, вызывающему подъем их уровня до значений, соответствующих развитию подтопления и/или заболачивания.

Систематический сброс дренажных, шахтных, сточных, буровых и прочих вод различного происхождения (промышленных, коммунально-бытовых др.) на подкомандные земли при отсутствии достаточного их дренажа.

Различного рода аварии трубопроводов и канализационных систем, приводящие к утечкам и разливам

воды. Исключение впитывания воды в почву при создании крытых помещений, водонепроницаемых покрытий поверхности земли (асфальтирование, бетонирование поверхности и др.) и сосредоточение воды выпадающих атмосферных осадков на естественных или искусственных вогнутых элементах рельефа (канавках, кюветах и др.), из которых возможна инфильтрация в почву, породы зоны аэрации и грунтовые воды.

Создание механических преград, перегораживающих движение вод поверхностного стока на вогнутых в поперечном направлении склонах:

- противоэрозионные валики;
- насыпи дорог, дамбы;
- микрорельеф в виде широких борозд и гребней в лесополосах;
- слабовыпуклые поверхности закопанных траншей трубопроводов и других подземных линейных коммуникаций;
- сплошные заборы, не пропускающие воду, текущую по поверхности;
- вытянутые инженерные сооружения;
- переуплотнение поверхностного горизонта почвы и микрорельеф в виде колеи и боковых валиков выдавливания земли на грунтовых дорогах.

Вырубка леса, приводящая к резкому снижению расхода почвенно-грунтовых вод на потребление растениями и транспирацию. В лесной зоне обычно сопровождается заболачиванием территории вырубки.

Создание условий дополнительного поступления в почву и накопления в почве воды на фоне затрудненного дренажа:

— уплотнение и переуплотнение поверхностных и подповерхностных горизонтов почвы движущейся техникой создает условия затрудненного дренажа и формирования верховодки, которая может сосредотачиваться в вогнутых элементах рельефа;

— зяблевая вспашка глинистых и тяжелосуглинистых почв в районах с коэффициентом увлажнения больше единицы (сумма осадков превышает потенциальных расход воды на испарение и транспирацию);

— глубокое мелиоративное рыхление глинистых и тяжелосуглинистых дерново-глеевых почв без их дренажа.

Рассмотрим несколько ситуаций современного развития переувлажнения почв, вызванных деятельностью человека:

1. Затопление земель искусственными водоемами, заболачивание и подтопление прилегающих к ним территорий;
2. Подтопление и заболачивание орошаемых земель и прилегающих к ним богарных земель;

3. Переувлажнение почв водораздельных пространств и их склонов в условиях ведения зональных систем «сухого» земледелия.

1. Затопление земель искусственными водоемами, заболачивание и подтопление прилегающих к ним территорий

Основное негативное влияние водохранилищ, прудов, каналов на почвенный покров прилегающих территорий заключается в подтоплении земель, т.е. региональном подъеме уровня грунтовых вод, который сопровождается возникновением длительного сезонного или постоянного переувлажнения нижней части почвенного профиля почв земельного угодья. Подтопление земель происходит в результате подпора грунтовых вод в местах их разгрузки, ухудшения условий дренированности и растекания воды из водохранилища в стороны за счет боковой фильтрации в рыхлые и трещиноватые породы берегов. В лесной и лесостепной зонах в результате подтопления происходит олуговение и заболачивание, в степной и пустынной зонах — засоление почв.

Выделено 6 типов исходных гидрогеологических условий побережья, определяющих изменение режима грунтовых вод и величину подпора:

1. Водоупорный горизонт расположен значительно выше исходного уровня воды в реке. Нормальный подпорный

горизонт (НПГ) не превышает уровня водоупорного слоя. Уровень грунтовых вод не изменяется, подтопление окружающих земель не происходит.

2. Ложе реки врезано в водоупорный горизонт, а водоносный пласт имеет небольшую мощность. Подпор воды в водохранилище оказывает влияние на небольшую территорию (в пределах десятков метров), в пределах которой происходят подтопление и возможно развитие вторичного засоления.

3. Водоупорный горизонт расположен ниже ложа реки, а мощность водоносного пласта составляет десятки метров. Влияние подпора воды в водохранилище распространяется на сотни и даже тысячи метров, что сопровождается подтоплением, заболачиванием окружающих водоем земель, а в районах с жарким засушливым климатом возможно вторичное засоление почв.

4. Берега водохранилища сложены практически водонепроницаемыми породами. Фильтрация из водохранилища мала и не оказывает влияния на режим грунтовых вод. В этих условиях подтопление земель отсутствует, но в степных и полупустынных районах возможно вторичное засоление почв на прилегающей к водоему территории.

5. Водоохранилище имеет крутые берега, грунтовые воды до и после подпора находятся глубоко и не оказывают

влияния на режим влаги в почвенно-грунтовой толще. Подтопление и заболачивание земель не происходит.

6. Понижения рельефа, расположенные ниже НПП, отделены от водохранилища повышениями; вода при этом фильтруется в пониженные места.

В «Методических рекомендациях по прогнозированию подтопления берегов водохранилищ и использованию подтопленных земель» внешнюю границу подтопления определяют на основе карты рельефа, проводя ее на 1,5 м выше нормального подпорного уровня водохранилища для подпора речных вод. Затем уточняют прогноз подтопления от подпора подземных вод, используя комплекс факторов (литологический состав пород, мезо- и микрорельеф террас, гранулометрический состав почв и др.).

Выделяют несколько этапов развития влияния подтопления земель на изменение почв и почвенного покрова в прибрежной зоне водоема:

Этап 1 — резкое нарушение природного равновесия и ломки связей между компонентами природной среды при заполнении водоема до его полной водовместимости на фоне сравнительно небольшого изменения режима грунтовых вод. Длительность этого этапа может достигать нескольких месяцев. За счет инерционности природных процессов может возникать иллюзия, что окружающая водоем территория не изменяется.

Этап 2 — направленное изменение природной среды, связанное с растеканием воды из водоема при боковой фильтрации в породы зоны аэрации прилегающих земель за счет подпора и повышения уровня грунтовых вод возле берегов водоема. На этом этапе происходит подтопление, заболачивание земель, а в условиях жаркого климата — вторичное засоление почв. Длительность второго этапа изменяется от 3 до 10 лет в зависимости от гидрогеологического строения почвенно-грунтовой толщи и расстояния от берега водоема.

Этап 3 — длительная трансформация почвенного покрова и составляющих его почв на берегах водоема под влиянием вторичного переувлажнения и возможных сопутствующих ему процессов вторичного засоления, осолонцевания, деградации физического состояния почв. Например, на левобережье Куйбышевского водохранилища этот этап продолжался в течение 30-летнего подпора.

Этап 4 — период стабилизации процессов на территории, подверженной гидрологическому влиянию водоема. На этом этапе формируется режим ритмических изменений состояния почв и земель в зоне подтопления, связанный с режимом колебаний уровня водоема.

Выделяют зону прямого и косвенного влияния водоема. В зоне прямого влияния, имеющей ширину от десятков до 200–300 м, колебания уровня грунтовых вод

повторяют колебания уровня водоема (суточные, месячные, годовые). В зоне косвенного влияния, которая расположена дальше от водоема, начиная от внешней границы зоны прямого воздействия, и имеет ширину сотни метров или даже километры, колебания уровня грунтовых вод определяются метеорологическими условиями. Растекание и подпор в значительной степени изменяют состав и минерализацию грунтовых вод. Например, в береговой полосе Саратовского водохранилища в пределах 60-метровой зоны за 4 года (с 1967 по 1971) произошло опреснение грунтовых вод. Минерализация снизилась с 0,9 до 0,7 г/л на расстоянии 5 м от уреза и с 0,7 до 0,45 г/л на расстоянии 60 м от уреза. Это произошло под влиянием фильтрационного потока более пресных вод водохранилища (минерализация составляла 0,24 г/л) в сторону берега. На расстоянии 200 и 1000 м минерализация грунтовых вод, наоборот, возросла (с 3,2 до 7,6 и с 8,7 до 16,0 г/л соответственно) за счет растворения хлоридных и сульфатных солей, содержащихся в хвалыньских морских глинах.

В прибрежной зоне Куйбышевского водохранилища (в пределах Татарстана) наблюдается изменение минерализации подземных вод за счет увеличения содержания в гидрокарбонатных водах щелочноземельных металлов и гидрокарбонат-иона, а в сульфатных водах — за счет увеличения кальция и сульфат-иона. При этом

повышение минерализации происходит при подъеме уровня воды в водохранилище, что связано с возрастанием ги

дростатического давления и выдавливанием более минерализованных вод из нижележащих горизонтов.

2. Подтопление и заболачивание орошаемых земель и прилегающих к ним богарных земель.

Широкомасштабное орошение почв в России началось на юге европейской части (Северный Кавказ, Ростовская область, Нижнее Поволжье). С 1970–1975 гг. орошение стало распространяться на север в районы степной и лесостепной зон: Центрально-Черноземные области, Среднее Поволжье. Площадь орошения с 1975 по 1986 гг. увеличилась с 3,6 до 6,1 млн га, а в период с 1986 по 1995 гг. — уменьшилась до 5,3 млн га. В 1980-е гг. широкое развитие орошение получило в Западной Сибири (Омская область, Алтайский край).

Оросительные системы, построенные до 1960–1970 гг., в основном имели низкий технический уровень: оросительная сеть выполнялась в земляном русле, преобладали поверхностные способы полива по бороздам и полосам или дождеванием с использованием дождевальных установок типа ДДА-100М, ДДН-45–70, КДУ-55 и др. Коэффициент полезного действия (КПД) таких систем не превышал 0,5–0,6 за счет потери значительной части воды на инфильтрацию из проводящей сети.

В период 1970–1990 гг. стали строить новые и реконструировать старые оросительные системы более

совершенного технического уровня. Магистральная, межхозяйственная и хозяйственная проводящая воду сеть этих систем была выполнена в виде облицованных бетоном каналов и лотков. Внутрихозяйственная сеть в большинстве систем стала закрытой в виде ме

таллических, асбестоцементных, бетонных и пластмассовых труб. КПД таких систем возрос до 0,8–0,9. На большей части площади полив стали осуществлять дождеванием с применением широкозахватных дождевальными машин типа «Фрегат», «Кубань», «Днепр», «Волжанка». Потери на фильтрацию снизились до 10–15% от оросительных норм нетто.

Проектирование и строительство несовершенных оросительных систем неизбежно отразились на неудовлетворительном гидрологическом и мелиоративном состоянии орошаемых земель. Оно связано с развитием подтопления, заболачивания и засоления почв от 15 до 25% орошаемых земель.

В результате, практически на всех орошаемых массивах (за исключением земель, расположенных на высоких отметках и хорошо дренированных), автоморфный режим почв был преобразован в ирригационно-полугидроморфный или даже ирригационно-гидроморфный, характеризующиеся интенсивным промыванием почвенного профиля, с одной

стороны, и близким залеганием уровня грунтовых вод от поверхности, с другой. В зависимости от конкретных условий это обусловило активизацию процессов засоления, осолонцевания, уплотнения и ухудшения структурного состояния почв, а также подтопление и заболачивание земель. Для исключения появившихся негативных процессов потребовались дополнительные промывки солей, создание искусственного дренажа для поддержания уровня грунтовых вод глубже критического значения. Отвод минерализованных грунтовых вод в речную сеть привел к дополнительным экологическим последствиям, связанным с ухудшением качества водоисточников ниже по течению.

Подтопление и заболачивание орошаемых земель обусловлено многими причинами. Это потери воды на фильтрацию из проводящей оросительной сети, которые часто составляют от 30 до 70% от водоподачи, избыточные поливы, отсутствие или несовершенство дренажа и др. В начальный период орошения подъем уровня грунтовых вод происходил особенно быстро (до 1–2, местами до 4 м/год). Позднее за счет частично реконструкции оросительных систем подъем продолжался медленнее со скоростью до 0,5 м/год. Дренаж стали строить с большим запозданием, поэтому к 1970-м годам более половины орошаемых черноземов оказались переувлажнены или подтоплены.

Доля заболоченных и подтопленных земель на орошаемых массивах черноземной зоны в Саратовской области составляла более 1%, Волгоградской — около 4%, Ростовской — 18%. Но это только вершина айсберга. В предыдущие годы заболоченные, подтопленные и засоленные орошаемые земли периодически списывали, переводя в другие угодья. В результате на них прекращали вести мониторинг состояния, искусственно «улучшая» ситуацию.

3. Переувлажнение почв водораздельных пространств и их склонов в условиях ведения зональных систем «сухого» земледелия. На распаханых территориях с исходно автоморфными черноземными почвами во второй половине XX в. стали отмечать появление и развитие локального переувлажнения почв за счет подъема уровня грунтовых вод или образования временной верховодки.

Развитие сезонного переувлажнения в исходно автоморфных почвах имеет как позитивные, так и негативные последствия.

Позитивные последствия:

- увеличение запасов продуктивной влаги в почвах, прилегающих к пере-увлажненным участкам; однако на самих участках с гидроморфными почвами традиционное земледелие имеет много ограничений;
- поддержание некоторого уровня биологического разнообразия ландшафта за счет увеличения ареалов распространения

мезофитной и гигрофитной растительности, а также разнообразной фауны.

Негативные последствия:

– деградация плодородных черноземов в результате оглеения, вторичного засоления, осолонцевания, переуплотнения;

– снижение эффективности традиционного ведения системы «сухого» земледелия на территории с очагами переувлажненных почв;

– усложнение пространственной конфигурации полей в связи с необходимостью объезжать очаги вторично гидроморфных почв;

– смещения сроков обработки пахотных почв, сева культур и других агрономических операций за счет длительного периода сохранения избыточной влажности почв;

– увеличение количества аварийных ситуаций за счет пониженной механической несущей способности переувлажненных почв; обычная сельскохозяйственная техника, как правило, «тонет» на таких участках;

– уменьшение урожайности большинства сельскохозяйственных культур вплоть до полной гибели за счет вымокания, засоления почв и других причин;

– ухудшение фитосанитарной обстановки на

соседних полях за счет сохранения сорной растительности и некоторых вредителей на временно не используемых территориях или необрабатываемых очагах переувлажнения с последующим их расселением на окружающие посевы.

В пределах конкретного хозяйства могут встречаться 3 основных варианта многолетней динамики площади ареала переувлажненных почв:

- участки ежегодного переувлажнения с более или менее постоянной общей площадью ареала, а также вполне определенным соотношением площади его частей с разной степенью и длительностью выраженности явления; чаще всего для таких участков характерно сильное переувлажнение; их целесообразно исключать из пашни, переводя в другой вид использования (сенокос, пастбище, заказник и др.);
- участки с пульсирующей в разные годы общей площадью переувлажнения; в пределах таких участков имеются стабильный ареал наиболее сильного ежегодного переувлажнения и периодически высыхающая часть, подвергающаяся более слабому переувлажнению только в более влажные годы;
- участки периодического (не ежегодного) переувлажнения только во «влажные» годы в многолетнем цикле функционирования, полностью высыхающие в

«нормальные» и «сухие» годы; чаще всего такие участки характеризуются сравнительно непродолжительным периодом переувлажнения.

Основной причиной возникновения локальных очагов переувлажнения черноземов в степных и лесостепных агроландшафтах является прямая и косвенная водорегулирующая деятельность человека. Исходная цель сводилась к устранению летнего дефицита влаги эрозионного смыва черноземов. Она достигалась путем увеличения запасов влаги в почве, переводом поверхностного стока во внутripочвенный и грунтовый, а также за счет подъема уровня грунтовых вод. Постановка задачи и ее реализация определили общую тенденцию увеличения влагооборота в почве, зоне аэрации и зоне насыщения пород. В силу сложности природных геосистем это привело к развитию неконтролируемых процессов сосредоточения избытка воды в отдельных позициях ландшафта.

При составлении пособия использовалась следующая литература:

1. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии: Т. 1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. — 756 с.
2. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 200 с.
3. Лопырев М.И., Рябов Е.И. Защита земель от эрозии и охрана природы. М.: Агропромиздат, 1989. 255 с.
4. Хитров Н.Б. Деградация почвы и почвенного покрова: понятия и подходы к получению оценок // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. М., 1998. Т.1.
5. Григорьев И.И., Рысин И.И. Техногенные овраги на территории Удмуртии. Казань: Изд-во Удмурт. Ун-та, Изд-во АН РТ, 2017. 217 с.
6. Пространственно-временные закономерности развития современных процессов природно-антропогенной эрозии на Русской равнине/ Под. Ред. В.Н.Голосова, О.П.Ермолава. –Казань: Изд-во АН РТ, 2019. -372 .