МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЭРОЗИЯ И ОХРАНА ПОЧВ

Учебно-методическое пособие для вузов

Составители:
Д.И. Щеглов,
Н.С. Горбунова

Издательско-полиграфический центр
Воронежского государственного университета
2011

Утверждено научно-методическим советом биолого-почвенного факультета 17 декабря 2010 г., протокол № 3

Рецензент д-р биол. наук, проф. каф. экологии и земельных ресурсов ВГУ Л.А. Яблонских

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре почвоведения и управления земельными ресурсами биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета.

Рекомендовано для студентов почвенного отделения биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета.

Для специальности 020701 – Почвоведение

§ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭРОЗИИ ПОЧВ

1.1. Определение понятия эрозия почв, классификация эрозионных процессов

Термин «**эрозия**» (от лат. erosion) – разрушение, разъедание, размывание. Ранее под эрозией понималось всякое физическое разрушение почв независимо от того, какими силами оно вызывается. В настоящее время под эрозией почвы понимается совокупность взаимосвязанных процессов отрыва, переноса и отложения почвы (иногда материнской и подстилающей пород) поверхностным стоком временных водных потоков или ветром. В соответствии с этим эрозию подразделяют на водную и ветровую. Водная эрозия происходит под влиянием стока дождевых, талых, поливных и сбросных вод. Эрозия берегов морей, рек, озер и водохранилищ сюда не входит, поскольку в этих случаях потоки воды имеют постоянный, а не временный характер.

Присутствие слова «поверхностный» в определении эрозии почвы позволяет отделить ее от суффозии, которая представляет собой деструкцию почвенного покрова за счет просадок, возникающих в ходе вымывания из подстилающих пород растворимых солей и гипса.

Для ветровой эрозии существует специальный термин – **дефляция** (от лат. deflare – сдувать). Но такая точка зрения не является общепринятой. Одни авторы (Бараев, Зайцева, Федорович) считают, что ветровая эрозия не исчерпывается дефляцией и включает перенос, измельчение и отложение почвенных частиц ветром с образованием эоловых наносов и погребенных почв, что требует использование соответствующих терминов. Другие (Козменко, Швебс, Заславский), исследовавшие, в основном, взаимодействие почвы с водными потоками, предлагают под эрозией почвы понимать лишь водную эрозию, термин ветровая эрозия полностью заменить дефляцией. Однако следует иметь в виду, что процессы водной и ветровой эрозии наряду с различиями имеют много общего как в механизмах процессов, так и во внешних формах их проявления, а также методах защиты почв.

Необходимыми условиями проявления эрозии являются следующие факторы: 1 – хотя бы частичное обнажение почвы, т. е. лишение ее защиты растениями; 2 – наличие слоя свободной воды на поверхности почвы; 3 – уклон местности для возникновения поверхностного стока. При этом различают три основных вида поверхностного стока: дождевой сток, сток при снеготаянии и сток поливной воды. Им соответствуют три вида эрозии почв: 1 – дождевая эрозия (ливневая – при сильных дождях); 2 – эрозия при снеготаянии; 3 – ирригационная эрозия.

Дождевая эрозия. Продолжительность процесса эрозии почвы при дождях гораздо меньше, чем при снеготаянии и измеряется минутами или

часами, а количество смываемой почвы может быть значительным и достигать десятков тонн на гектар. В этом случае количество смываемой почвы зависит не только от параметров водного потока, но и от размеров дождевых капель. Чем больше масса и скорость дождевой капли, тем больше ее кинетическая энергия и тем больше разрушения она причиняет почве. При ударе капли о почву происходит разрушение самой капли и некоторого небольшого объема почвы, с которым взаимодействует капля. Продукты разрушения разлетаются в виде брызг. Часть брызг попадает при этом не на поверхность почвы, а во временные водотоки и уносится ими. Кроме того, дождевые капли, попадая в поток, турбулизируют его и повышают размывающую и транспортирующую его способность.

Эрозия при снеготаянии отличается меньшей выраженностью, но большей продолжительностью, чем дождевая эрозия. Потери почвы при интенсивном снеготаянии составляют несколько тонн с гектара.

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

Бороздковый полив применяют при орошении хлопчатника, кукурузы, томатов, сахарной свеклы. Потери почвы за один полив могут достигать 100 т/га. В пересчете на единицу времени это гораздо больше, чем при дождевой эрозии или при эрозии во время снеготаяния.

Полив по полосам применяют при орошении трав и зерновых культур. Ширина водного потока при поливе по полосам равна ширине самих полос. Поэтому скорость таких потоков невелика и ирригационная эрозия выражена слабее, чем при поливе по бороздам.

При поливе по чекам ирригационная эрозия выражена еще слабее. Объясняется это тем, что уклон чеков (обычно рисовых) очень мал, малы и скорость водного потока и связанная с ней величина смыва почвы.

Дождевание – один из самых перспективных видов орошения. Его используют при орошении практически всех сельскохозяйственных культур. Поверхностный сток и эрозия почв при поливе дождеванием возникает в том случае, когда интенсивность дождевания начинает превышать интенсивность впитывания воды почвой.

По характеру нарушения поверхности почвы эрозионными процессами различают: 1) **поверхностную** эрозию, или смыв почвы; 2) **линейную** эрозию, или размыв почвы. **Поверхностная** эрозия делится на *плоскостную* и *струйчатую*. Различие это достаточно условное. Считается, что плоскост-

ная эрозия вызывается движением сплошного потока воды. Практически условия для ее образования создаются редко и смыв почвы осуществляется преимущественно струйчатыми потоками. Граница перехода поверхностной эрозии в линейную также условна: считается, что если следы эрозии на поле исчезают в результате обычной обработки почвы, то это поверхностная эрозия, если нет – линейная.

С количественной стороны процесс эрозии почв характеризуют интенсивностью смыва (или сдувания), выражаемой в т/га 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 (или сдувания) 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**.

1.2. Ущерб, причиняемый эрозией почв народному хозяйству

Эрозия почв наносит большой урон народному хозяйству страны и в первую очередь – земельным ресурсам: снижается плодородие почв и сокращаются площади обрабатываемых земель. В черноземной зоне России овраги ежедневно выводят из сельскохозяйственного оборота до 70–80 га земли. Но овраги – это крайняя степень проявления эрозии. Более широко распространена поверхностная эрозия. Она не столь заметна, как овражная, но очень вредна. Под действием поверхностной эрозии снижается плодородие почвы, повреждаются растения, происходит потеря урожая от 10 до 70 %.

При стоке воды и смыве почвы с пашни отчуждается от 10 до 30 % вносимых удобрений и пестицидов, которые не только безвозвратно теряются почвой, но и оказывают огромное негативное влияние на экологическое состояние территории, на качество воды в реках, прудах и водохранилищах. Особое значение эрозия почв имеет в миграции радионуклидов. Радиоактивные изотопы прочно сорбируются почвой и перемещаются вместе с ней, в результате чего при смыве и дефляции почв происходит территориальное перераспределение радионуклидов, сосредоточенных, главным об-

разом, в пахотном горизонте. Развитие эрозии почв на загрязненной территории может вызвать образование новых очагов загрязнения в местах аккумуляции смытой или сдутой почвы. Аналогичным путем образуются очаги вторичного загрязнения почв некоторыми гербицидами, а также засоления (окрестности Аральского моря).

От эрозии почв страдает не только сельское хозяйство. Почва, смываемая с полей, откладывается в прудах, озерах, водохранилищах, попадает в каналы и реки. Заиливание водоемов и повышение мутности воды в реках затрудняет действие гидроэлектростанций, работу систем водоснабжения и водного транспорта.

Огромный ущерб народному хозяйству приносит и ветровая эрозия почв. Повседневной ветровой эрозии в разной степени подвержены практически все пахотные почвы. Ущерб, причиняемый народному хозяйству ветровой эрозией почв, весьма многообразен. Уменьшается плодородие почв, что связано с уменьшением мощности гумусового горизонта в результате его сдувания. Гибнут в результате выдувания и засыпания почвой посевы сельскохозяйственных культур.

При сильных пыльных бурях затрудняется работа промышленных предприятий и транспорта, засыпаются каналы. В пустынных районах выдувание почв и грунтов из-под опор нарушает работу линий электропередач, нефте- и газопроводов. Ветровая эрозия почв представляет большую опасность авиации.

§ 2. ПРОВЕДЕНИЕ ПОЧВЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ОБСЛЕДОВАНИЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОВ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

2.1. Почвенно-эрозионное обследование. Подготовительный период

Работы по почвенно-эрозионному обследованию слагаются из подготовительного, полевого и камерального периодов.

Работы подготовительного периода проводятся в области, районе и в намеченных к обследованию хозяйствах. В этот период подбираются и изготавливаются следующие материалы:

1. Копия плана землепользования хозяйства с нанесением почвенных контуров и подробной легендой в масштабе обследования.
2. Данные об использовании почв, состоянии посевов и проявления эрозии.
3. Карты-схемы давности распашки земель.
4. Карты-схемы почв, подверженных эрозии.

На план землепользования наносят участки, подвергавшиеся эрозии, зафиксированные агрономами хозяйства за все предшествующие годы, при отсутствии такого материала на плане землепользования схематически выделяются участки, подвергающиеся в разной степени эрозии. Кроме того, используются сводные таблицы морфологических признаков и данные химических анализов почв. По этим данным можно будет составить представление об уменьшении гумусового горизонта при проявлении эрозии. Для предварительного суждения об эродированности почв данного хозяйства привлекаются материалы почвенного обследования и данные гранулометрического состава.

На основании всех собранных материалов выявляются основные очаги проявления эрозии. При сопоставлении данных о характере почв, давности распашки, способах обработки, повторяемости и степени проявления эрозии составляется предварительная схема земель по степени эродированности, которая наносится на карту землепользования и служит ориентиром при полевом обследовании.

В подготовительный период можно составить карту крутизны склонов, а также проект почвенно-эрозионной карты.

Составление карты крутизны склонов

Карты крутизны склонов составляют на основе топографических карт масштаба 1:10000 или 1:25000. Чем гуще на карте расположены горизонтали, тем круче склон. Нужно узнать, какому именно расстоянию между соседними горизонталями соответствует тот или иной уклон мест-

ности. Предположим, что имеется карта масштаба 1:10000. Сечение горизонталей на карте такого масштаба составляет 2,5 м. Найдем, каково горизонтальное протяжение расстояния на местности (х) между двумя точками, лежащими на соседних горизонталях в направлении падения склона, при угле наклона 1°:

$$\chi = 2,5/tg1° = 2,5/0,0174 = 144\,м$$

Очевидно, на карте масштаба 1:10000 это расстояние соответствует 1,44 см. Отрезок такой длины откладываем на горизонтальной линии, против угла в 1°. Аналогичным образом можно найти расстояние на карте между соседними горизонталями, соответствующее углам наклона 2°, 3°, 5° и т. д. Эти расстояния также откладываем против соответствующего им угла наклона. Концы отложенных участков соединяем и получаем масштаб заложения.

При составлении карты уклонов продвигаем масштаб заложения между горизонталями таким образом, чтобы размеры, соответствующие заложениям, были бы перпендикулярны горизонталям. Границы отрезков горизонталей, соответствующие той или иной градации уклона, отмечаем простым карандашом. Затем отрезки с одной и той же градацией уклонов соединяем, в результате получаем карту крутизны склонов. Карту крутизны склонов обычно оформляют штриховкой или цветом: чем круче склон, тем интенсивнее штриховка или окраска.

Проектирование почвенно-эрозионной карты

До начала картирования целесообразно произвести наложение карты углов наклона на топографическую основу, на которую будут наноситься границы почвенных контуров. Так намечаются потенциальные границы будущих почвенных выделов, различающихся по интенсивности проявления эрозионных процессов. Красной пунктирной линией намечаются границы разделов между участками, имеющими крутизну до 1°, 1-2°, 2-3°, 3-5°, 5-6°, 6-8°, 8-10°, 10-15° и далее. Внутри контура проставляется величина уклона склона в градусах.

Теоретически границы контуров почв, различающихся по степени смытости, должны совпадать с границами контуров, отличающихся разными углами наклона. Однако в действительности это совпадение не всегда имеет место, так как степень смытости и интенсивность эрозионных процессов зависят не только от крутизны склона, но и от его протяженности и экспозиции. Тем не менее на коротких склонах коррелятивная зависимость между крутизной склона и степенью смытости почв наблюдается довольно отчетливо. На склонах большой протяженности, даже на уклонах в 5-6° можно встретиться со смыто-намытыми почвами и с большой пестротой почв по степени эродированности.

2.2. Полевой период

После рекогносцировочного ознакомления с землепользованием производится почвенно-эрозионная съемка, в процессе которой выделяются контуры почв по степени эродированности и степени устойчивости к эрозии. Детальность обследования устанавливается в зависимости от сложности почвенного покрова, интенсивности проявления эрозии и характера использования земель. Пахотные угодья обследуются более тщательно, пастбища и другие сельхозугодья – рекогносцировочно.

Почвенно-эрозионная съемка производится при преимущественном заложении прикопок. В отдельных случаях, когда почвовед затрудняется диагностировать почву, закладываются полуямы. Общее количество прикопок, их частота и количество отбираемых образцов определяются характером проявления эрозии: количество прикопок увеличивается при затруднении определения степени эродированности.

На основании морфологического описания профиля устанавливается степень эродированности почв – слабая, средняя, сильная (табл. 1). В соответствии с классификацией Соболева эродированные почвы делят на слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые и очень сильно смытые почвы.

Слабосмытые почвы. К ним относятся почвы, у которых смыто не более ½ горизонта А. При этом распахивается нижняя часть горизонта А. По цвету пахотного слоя почва не отличается от несмытой.

Среднесмытые почвы. К ним относятся почвы, у которых смыт частично (более половины) или полностью горизонт А; припахивается или распахивается горизонт АВ. Поверхность пашни имеет буроватый оттенок.

Сильносмытые почвы. К ним относятся почвы, у которых смыт горизонт АВ, распахивается горизонт ВС, а пахотный слой подстилается нижней частью переходного к материнской породе горизонта ВС. Пашня имеет бурый цвет.

Очень сильно смытые почвы. К ним относятся почвы, у которых смыт полностью горизонт ВС, распахивается материнская порода С. Пахотный слой бурого цвета характеризуется глыбистой структурой.

По степени намытости выделяют слабонамытие (нанос до 20 см), средненамытые (нанос 20–40 см) и сильнонамытые (нанос более 40 см).

Сравнение мощности проводят с аналогичными почвенными разновидностями, выделенными на почвенных картах прежних лет обследования. При этом прикопки следует закладывать на тех же участках, где описывались точки при почвенном обследовании. Кроме того, сравнение проводят с мощностью почв сохранившихся целинных участков.

Устойчивость почв к водной и ветровой эрозии при отсутствии на них растений или пожнивных остатков зависит от комковатости верхнего слоя. Комковатостью называется весовое содержание фракций крупнее 1 мм в диаметре в слое 0–5 см, выраженное в процентах к взятой навеске из этого слоя. Чем ниже комковатость, тем при прочих равных условиях почва менее устойчива к эрозии.

Разрушение комков до эрозионно-опасных размеров (менее 1 мм в диаметре) зависит от их связности, которая, в свою очередь, обусловлена физико-химическими свойствами почвы: гранулометрическим составом, карбонатностью, солонцеватостью и другими.

Таблица 1

Классификация почв
по степени эродированности для пахотных почв
(Носин, Федорин, Фриев, 1973)

Почвы	Слабосмытые	Среднесмытые	Сильносмытые
1	2	3	4
Дерново-подзолистые и серые лесные почвы с глубиной вспашки не менее 18–20 см	Затронута вспашкой верхняя часть горизонта АВ, пахотный слой заметно осветлен, имеет буроватый оттенок, запас гумуса в верхнем 30 см слое обычно на 20–25 % ниже, чем в несмытой	Распаханы целиком или частично горизонты АВ, B_1 и B_2. Морфологические признаки подзолистых почв почти исчезают. Цвет пашни бурый и сильно пятнистый	Распахана средняя или нижняя часть горизонта B_2. Генетические признаки первоначальной почвы отсутствуют
Серые и темно-серые лесные почвы с глубиной вспашки 20–22 см при первоначальной мощности гумусовых горизонтов 30–40 см	Гумусовый горизонт смыт не более чем на одну треть первоначальной мощности	Гумусовый горизонт смыт более чем на одну треть. Пахотный слой отличается буроватым оттенком	Гумусовый горизонт смыт полностью. Пахотный слой образован из горизонта В и имеет бурый цвет
Мощные и среднемощные черноземы всех подтипов с установившейся глубиной вспашки не менее 22 см при первоначальной мощности гумусовых горизонтов более 50 см	Смыто до одной трети горизонта А, пахотный слой не отличается по цвету от несмытых участков пашни. Мощность подпахотного гумусового слоя уменьшена до 25 %, запас гумуса в нем на 10 % меньше по сравнению с неэродированной пашней	Смыт более чем наполовину горизонт А. Пахотный слой отличается незначительным буроватым оттенком. Отмечается сокращение подпахотного слоя и запасов гумуса в нем до 50 % по сравнению с неэродированной почвой	Смыт полностью горизонт А и частично горизонт АВ. Пахотный слой отличается буроватым цветом, сильно выраженной глыбистостью и склонностью образовывать корку. Мощность подпахотного гумусового слоя и запасы гумуса в нем сокращаются до 75 % по сравнению с неэродированной почвой

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
Типичные, обыкновенные и южные черноземы с установившейся глубиной вспашки не менее 20 см при мощности гумусовых горизонтов до 50 см	Смыто до одной трети гумусовых горизонтов А и АВ. В пашню вовлекается небольшая, самая верхняя темноокрашенная часть горизонта АВ	Смыто от одной трети до половины горизонтов А и АВ. При вспашке значительная часть горизонта АВ вовлекается в пахотный слой	Смыта большая часть гумусовых горизонтов. Пашня имеет окраску, близкую к цвету почвообразующей породы
Сероземы с глубиной вспашки более 25 см и горизонтом А мощностью до 40 см	Смыто не более половины горизонта А	Смыт более чем наполовину или полностью горизонт А. Распахивается горизонт В	Смыт частично или полностью горизонт В. Распахивается нижняя часть горизонта В или верхняя часть горизонта С

Определение процента комковатости почв проводят следующим образом: средний образец отбирается не менее как из 5 точек по каждому слою. Вес образца 1,5–2 кг. Рассев проводят в поле через закрытое сито с отверстиями в 1 мм после доведения образца до воздушно-сухого состояния. Если образцы отправляют в лабораторию, их следует отбирать в коробки, чтобы не разрушить часть комков во время транспортировки. Оставшиеся после рассева на сите комки крупнее 1 мм в диаметре взвешивают и относят в процентах к весу образца. Каждый выделенный контур почвы по степени эродированности должен быть подвержен аналитическим данным.

Для уточнения полевого определения степени эродированности отбираются образцы для следующих видов лабораторных анализов: гранулометрический и микроагрегатный состав по Качинскому, CO_2 (для карбонатных почв), гумус по Тюрину.

В основу группировки почв различного гранулометрического состава по устойчивости к эрозии положено содержание физической глины в процентах.

Степень устойчивости	*Содержание физической глины в %*
Сильная	Свыше 20
Средняя	20–10
Слабая	до 10

На основании полевого обследования и собранных материалов составляется предварительная почвенно-эрозионная карта.

2.3. Камеральный период

В камеральный период на основании полевых и лабораторных исследований, материалов предыдущего почвенного обследования, а также собранных в подготовительный период данных, составляют следующие документы:

1. Почвенно-эрозионную карту;
2. Картограмму почвозащитных противоэрозионных мероприятий;
3. Объяснительную записку (очерк).

Составление и оформление почвенно-эрозионной карты

На почвенно-эрозионной карте должны быть оконтурены все подвергающиеся эрозии почвы по степени эродированности и устойчивости к эрозии. Почвенно-эрозионная карта является основой для составления картограммы почвозащитных противоэрозионных мероприятий. На почвенно-эрозионную карту наносится специальная информация с указанием индексов – номер контура, степень эродированности, знак прикопки и полуямы, из которых взяты образцы на лабораторный анализ, и их номера.

Зарамочное оформление и картуш выполняются в установленном порядке (Почвенно-эрозионная карта хозяйства «…» … района … области изготовлена по материалам полевого почвенно-эрозионного обследования, проведенного почвоведом … в 20… году, масштаб 1:25000). Содержание легенды представлено в табл. 2.

Таблица 2

Содержание легенды

Условные обозначения	Степень эродированности и устойчивости к эрозии	Название почв	Гранулометрический состав	Название сельскохозяйственных угодий	Площадь	
					га	%

Таблица 3

Группировка пахотных почв различного гранулометрического состава по степени эродированности

Гран-состав	Степень эродированности	Комковатость слоя почв 0–5 см, %	Уменьшение мощности гумусового гор., см	Рекомендуемые мероприятия по борьбе с эрозией почвы (в дополнение к почвозащитной обработке с сохранением стерни на поверхности полей)
1	2	3	4	5
Пески	–	–	–	Не включается в пашню. Залужение многолетними травами
Супеси	Слабая	–	< 5	Почвозащитные севообороты в полосах многолетних трав шириной 50 м, допускается ширина 100 м в понижениях рельефа
	Средняя	–	5–10	То же, но ширина полос 50 м
	Сильная	–	> 10	Постоянное или временное залужение многолетними травами в зависимости от качества почв
Суглинки легкие	Слабая	40–50	< 5	Обычные севообороты. Пар с полосами не шире 100 м
	Средняя	30–40	5–10	Почвозащитные севообороты с полосами многолетних трав шириной от 50 до 100 м
	Сильная	< 30	> 10	Временное залужение многолетними травами. Площадь, где возможна обработка, отводится под почвозащитные севообороты с шириной полос 50 м
Суглинки средние	Слабая	40–50	< 5	Обычные севообороты. Пар с полосами шириной до 100 м
	Средняя	30–40	5–10	То же, пар с полосами 50 м
	Сильная	< 30	> 10	Временное залужение наиболее разрушенных площадей. Часть под почвозащитные севообороты с шириной полос из многолетних трав на 100 м, на повышениях рельефа 50 м
Суглинки тяжелые	Слабая	40–50	< 5	Обычные севообороты. Пар с полосами 100 м
	Средняя	30–40	5–10	То же, пар с полосами 50–100 м

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
Суглинки тяжелые	Сильная	< 30	> 10	На части площадей кратковременное залужение, на остальной – обычные севообороты, пар с полосами не шире 50 м
Глины	Слабая	40–50	< 5	Обычные севообороты. Пар с полосами 100–150 м в зависимости от рельефа
	Средняя	30–40	5–10	То же, полосы на парах 100 м
	Сильная	< 30	> 10	То же, полосы на парах 50-100 м

Картограмма должна содержать следующие элементы: 1. Ситуацию картографической основы, аналогичную основе почвенно-эрозионной карты. 2. Границы контуров проектируемых основных почвозащитных мероприятий.

На картограмме условными обозначениями (цветами) показываются рекомендуемые почвоохранные мероприятия.

1. Сплошное залужение многолетними травами.

2. Временное залужение многолетними травами.

3. Полосное размещение культур, чередующихся с полосами многолетних трав с шириной полос 50 м.

4. То же, с шириной полос 100 м.

5. Полосное размещение однолетних культур и паровых полос при ширине полос 50 м.

6. То же, при ширине полос 100–150 м.

7. Создание системы полезащитных лесных полос и массивного лесоразведения.

8. Упорядочение пастьбы, уменьшение нагрузки на единицу площади.

9. Регулированный выпас, пастбищеоборот, иногда подсев трав.

10. Прекращение пастьбы, меры по закреплению песков.

11. Пастбищеоборот, коренное улучшение.

Отдельным цветом выделяются массивы прочих пастбищных угодий, не подлежащих эрозионному обследованию (солонцы, солончаки, луговоболотные и др.). Содержание легенды к картограмме рекомендуемых противоэрозионных мероприятий приводится в табл. 4.

Таблица 4

Содержание легенды

Вид сельхозугодий	Условное обозначение	Мероприятия по правильному использованию земель	Площадь	
			га	%

Проект пояснительной записки (очерка)

Составление пояснительной записки или очерка является завершающим этапом. Очерк состоит из введения, раздела, посвященного характеристике природных условий, описания почвенного покрова и мероприятий по охране почв от эрозии и их размещение на территории хозяйств. Тексту очерка предшествует титульный лист, на котором приводятся название учреждения, заглавие «Почвы (название хозяйства, где проводилась работа) и рекомендации по их использованию», год составления, фамилия ответственного исполнителя работ и составителя отчета и руководителя работ.

Введение включает в себя: цели и задачи обследования; методы работы; общую площадь обследуемого хозяйства, в том числе обследованную площадь; собранные материалы; виды и методы выполнения анализов, их количество; исполнителей и сроки исполнения.

Раздел «Природные условия» состоит из нескольких подразделов. Должны быть охарактеризованы: климат, рельеф, геологическое строение и почвообразующие породы, гидрография и гидрогеология местности, растительность.

Климат на территории обследуемого хозяйства: осадки, их общее количество, количество осадков имеющих ливневый характер, время образования устойчивого снежного покрова, период весеннего снеготаяния, температура воздуха и почвы, влажность воздуха, суховеи. Продолжительность теплого и холодного периодов года. Ветровая деятельность: среднегодовая, среднемесячная скорость ветра, направление. Эрозионно-опасные периоды, скорость ветра в эти периоды, роза ветров. Повторяемость пыльных бурь.

Рельеф – геоморфологические условия, влияние рельефа на развитие и распространение эрозии почв.

Геологическое строение местности в основном дается по данным литературных источников, но при глубоком расчленении территории каньеобразными оврагами на их отвесных стенах, а также по обрывам рек можно проследить отчетливую смену толщи четвертичных отложений породами более древнего возраста. В подразделе «Почвообразующие породы» описывается их гранулометрический состав и влияние на развитие эрозии почв.

Гидрография и гидрогеология. При наличии на территории обследования речной сети необходимо дать краткое описание гидрологического режима рек и ручьев.

Растительный покров описывается с точки зрения влияния на развитие или торможение эрозии почв.

Краткая характеристика почвенного покрова. Основные морфологические признаки почв и их изменение под влиянием эрозии. Химические и физические свойства, их связь с проявлением эрозии.

Эрозия почв, закономерности ее пространственного распространения и площади сельскохозяйственных угодий по степени эродированности и устойчивости, зависимость от рельефа, почвенного и растительного покрова, длительности и характера использования почвы в хозяйстве.

Мероприятия по охране почв от эрозии и их размещение на территории хозяйств. Мероприятия разрабатываются для каждого выделенного на картограмме участка пахотных земель, в соответствии с группировками табл. 3. Если при проектировании мероприятий в пределах отдельного поля встречаются два или более контура по степени эродированности, принимают за основу тот из них, который преобладает по площади.

Обычно развитие эрозии на продуктивных лугах и пастбищах невозможно и проявление ее на участках, занятых многолетней растительностью, свидетельствует о слабом развитии растений, вызванном истощением пастбища, чрезмерной или неправильной пастьбой. В связи с этим основным способом борьбы с эрозией на пастбищах являются их правильное использование, удобрение и регулированный выпас. Лишь в том случае, когда они сильно истощены, приходится прибегать к пересеву и возобновлению их, но это скорее исправление сильно разрушенных эрозией пастбищ, чем защита от эрозии. Поэтому основные меры борьбы с эрозией на участках, занятых пастбищами, – правильный уход за ними, который сводится к следующему:

1. Строгое регулирование и нормирование выпаса, недопущение оголения площадей, которое приводит к развитию эрозии.

2. Проведение работ по травосеянию с улучшением состава кормовых трав и кустарников.

3. Для предупреждения дальнейшего развития и переноса песка и пыли осуществляется закрепление и облесение подвижных песков.

Картограмма эродированности почв

На основании почвенно-эрозионной карты составляется картограмма эродированности почв с разделением их на 3 категории эрозионной опасности.

I категория: 1) эрозия отсутствует; 2) эрозия слабая.

II категория: 1) эрозия слабая; 2) эрозия средняя.

III категория: эрозия сильная.

В случае мелкоконтурности и невозможности выделения наименьших контуров в качестве самостоятельных показывается комплекс почв разной степени смытости. При отнесении смытых почв к той или иной категории необходимо учитывать степень их окультуренности.

В настоящее время при проектировании противоэрозионных мероприятий используют более дробные классификации земель (Соболев, 1973; Котлярова, 1995; Шабаев, 2003) – табл. 5.

Таблица 5

Группировка земель по эродированности, опасности эрозии и рекомендуемые противоэрозионные мероприятия

Категория	Характер и возможность проявления эрозионных процессов	Рекомендуемые мероприятия
А. Земли, пригодные для интенсивного использования в земледелии		
1	Не подвержены и потенциально не предрасположены к водной эрозии: сток талых и дождевых вод с этих земель не разрушает нижележащие земли	Необходимости в проведении противоэрозионных мероприятий и специальном регулировании стока нет. Используются в любом севообороте при обычной для данных условий агротехнике. В засушливых районах создается система полезащитных лесных полос (с учетом рельефа)
2	Подвержены или потенциально предрасположены к слабой эрозии или сток с этих земель угрожает нижележащим участкам (несмытые или слабосмытые почвы)	Для прекращения эрозии и регулирования поверхностного стока (задержания талых и ливневых вод на полях) применяют: вспашку и рядовой сев поперек склона, более глубокую вспашку, лункование, снегозадержание, регулирование снеготаяния (с учетом рельефа). В засушливых районах создается система полезащитных лесополос
3	Подвержены или потенциально предрасположены к средней эрозии (слабо- и среднесмытые почвы; на вновь осваиваемых землях несмытые почвы)	Кроме мероприятий для 2-й категории необходимы специальные приемы: на зяби – прерывистое бороздование, почвоуглубление, обвалование на выровненных склонах, нарезка водоотводных борозд; на пропашных – прерывистое бороздование, глубокое рыхление междурядий.

Таблица 5

Категория	Характер и возможность проявления эрозионных процессов	Рекомендуемые мероприятия
4	Подвержены или потенциально предрасположены к сильной эрозии (среднесмытые почвы; на недавно освоенных и новых землях – слабосмытые и несмытые почвы)	Кроме мероприятий для 2-й и 3-й категорий применяют: контурное земледелие, чередование посевов полосами вдоль основного направления горизонталей, «полосное земледелие», буферные полосы, гидротехнические мероприятия (устройство горизонтальных или наклонных валов-террас с широким основанием, ступенчатые террасы). Земли 4-й категории используют в специальных почвозащитных севооборотах с многолетними травами, осваивают под виноградники, сады при контурной посадке многолетних культур или устройстве ступенчатых террас
Б. Земли, пригодные для ограниченной обработки (непригодные для постоянного возделывания ценных однолетних сельскохозяйственных культур даже при условии применения полного комплекса противоэрозионных мероприятий)		
5	Подвержены или предрасположены к очень сильной эрозии (средне- и сильносмытые почвы; на недавно освоенных и новых землях – слабосмытые и несмытые почвы)	Сильно эродированная или потенциально предрасположенная к сильной эрозии пашня, а также пастбища, сенокосы, заросли кустарников, которые могут быть включены в почвозащитный севооборот с 1–2 полями зерновых культур и 5–10 полями многолетних трав, при условии применения мероприятий для 4-й категории земель
В. Земли, не пригодные для обработки		
6	Не пригодные для включения в почвозащитный севооборот. Используются под сенокосы и пастбища с нормированным выпасом и применением поверхностного и коренного улучшения с посевом трав узкими полосами поперек склонов или на ровных участках – поперек направления эрозионно-опасных ветров (защитные нераспаханные полосы осваиваются только после укоренения посеянных трав)	
7	Ограниченно пригодные для пастбищ с очень строго нормированным выпасом и с применением поверхностного или коренного улучшения	
8	Не пригодные для земледелия, сенокошения и выпаса, но пригодные для лесоразведения	
9	Не пригодные для земледелия, сенокошения, выпаса и лесоразведения – так называемые «бросовые» земли – выходы плотных пород, галечники, скалы, каменные осыпи. Пригодные для разведения дичи (охотничье хозяйство) и туризма	

§ 3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Оценка поверхностного стока с пашни

Прогнозирование эрозии почв есть разработка обоснованного предположения о будущем состоянии объекта исследования. Оценка поверхностного стока с пашни является одним из простейших методов прогнозирования эрозии почв при снеготаянии.

На большей части пахотных земель 80–90 % годового стока формируется весной. Поэтому при обосновании почвоохранных мероприятий решающее значение имеют расчеты стока талых вод, а также смыва почвы.

Расчет стока воды с зяби (вспашка поперек склона на глубину 0–22 см) и уплотненной пашни (стерня, многолетние травы, озимые) в конкретных почвенно-климатических условиях следует проводить по выражению:

$$\overline{H} = h_K \lambda_C K_Э P_O S , \quad (1)$$

где $\overline{H}$ – слой стока воды с зяби или уплотненной пашни в конкретных почвенно-климатических условиях;

h_K – сток талых вод с зяби (рис. 1, 2) или уплотненной пашни (рис. 3, 4);

λ_C – коэффициент, характеризующий влияние на сток степени смытости почв: несмытые и слабосмытые – 0,94; слабо- и среднесмытые – 1,0; средне- и сильносмытые – 1,10;

$K_Э$ – коэффициент, учитывающий воздействие на талый сток экспозиции склона: северная – 1,25; южная – 0,75; западная и восточная – 1,0; северо-западная и северо-восточная – 1,12; юго-западная и юго-восточная – 0,88;

P_O – ордината кривой обеспеченности для перехода от среднемноголетнего весеннего стока, снятого с карт (рис. 1, 2, 3, 4) к стоку 10%-ной обеспеченности с зяби или уплотненной пашни. Значение параметра P_O определяется для Центрально-Черноземного региона по табл. 6. Под обеспеченностью стока почвы (или обеспеченностью смыва почвы) понимается повторяемость его на протяжении определенного периода и выражается в процентах от рассматриваемого числа лет. Так, 10%-ная обеспеченность означает, что этот или больший слой стока может наблюдаться 1 раз в 10 лет;

S – поправка на тип почвы и ее гранулометрический состав, устанавливается по табл. 7.

Объем стока рассчитывают по формуле:

$$W_H = 10\overline{H} \times F , \quad (2)$$

где W_H – объем стока, м^3;

10 – коэффициент размерности;

$\overline{H}$ – слой стока за период весеннего половодья 10%-ной обеспеченности;

F – площадь элементарного водосбора, га.

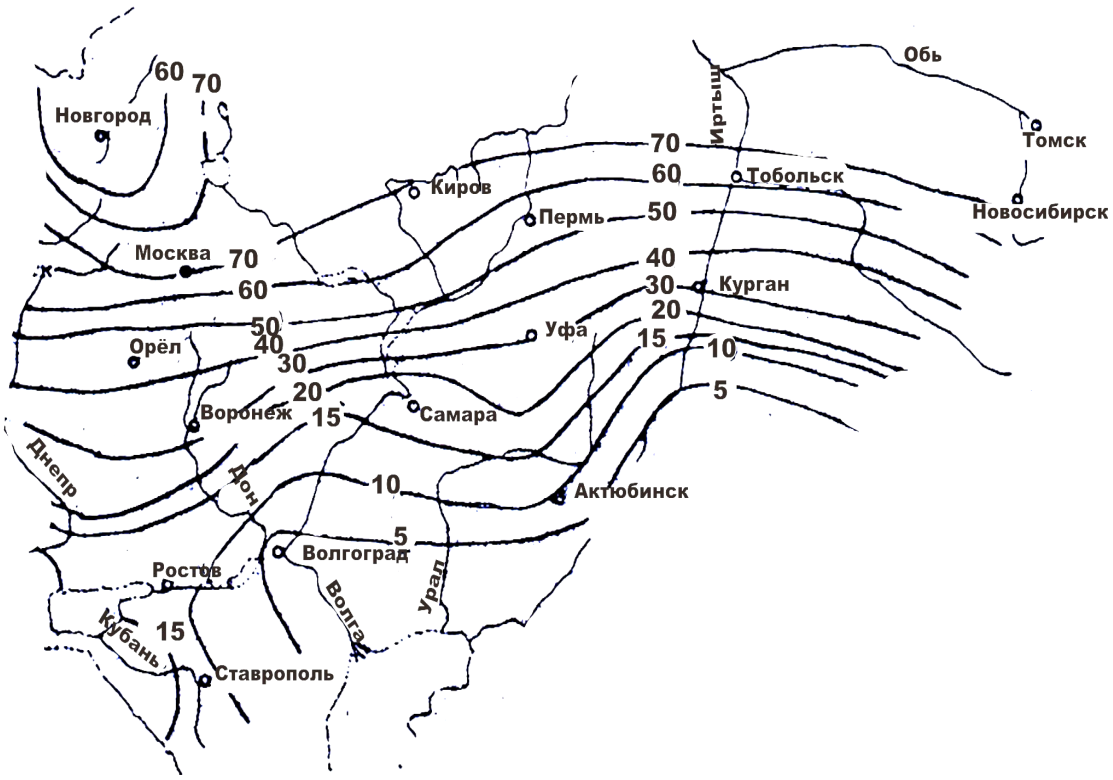

Рис. 1. Среднемноголетний сток талых вод с зяби, мм

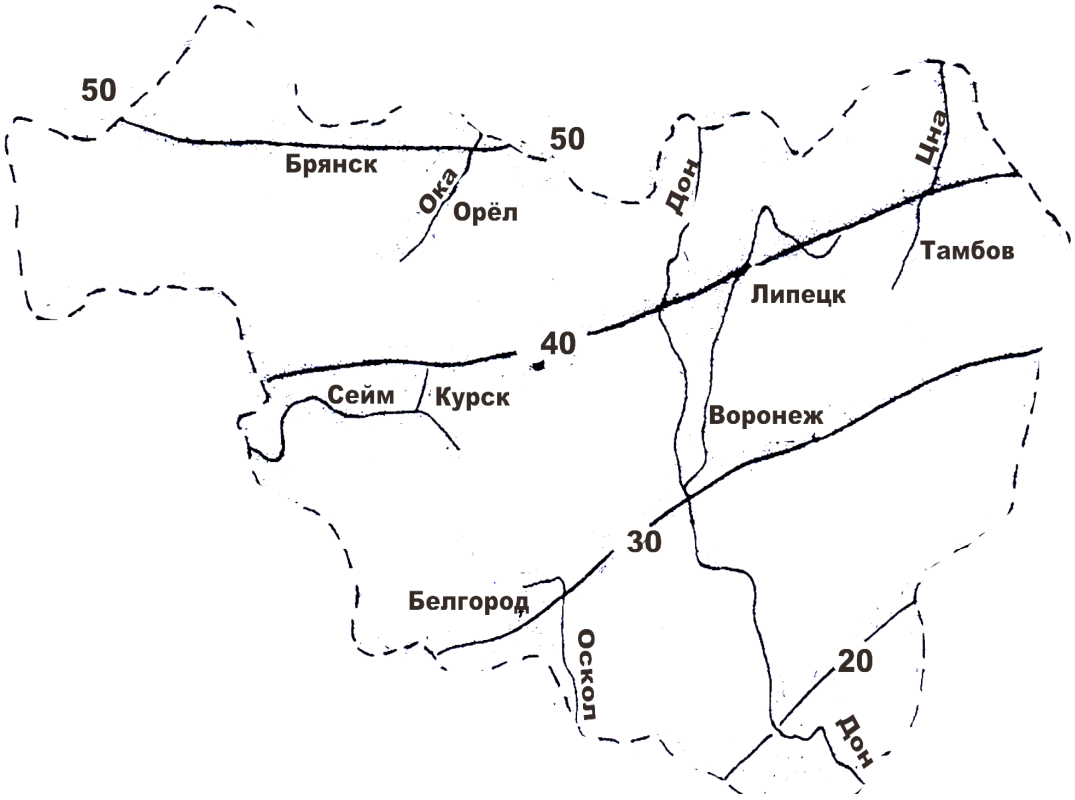

Рис. 2. Среднемноголетний сток талых вод с зяби в ЦЧР, мм

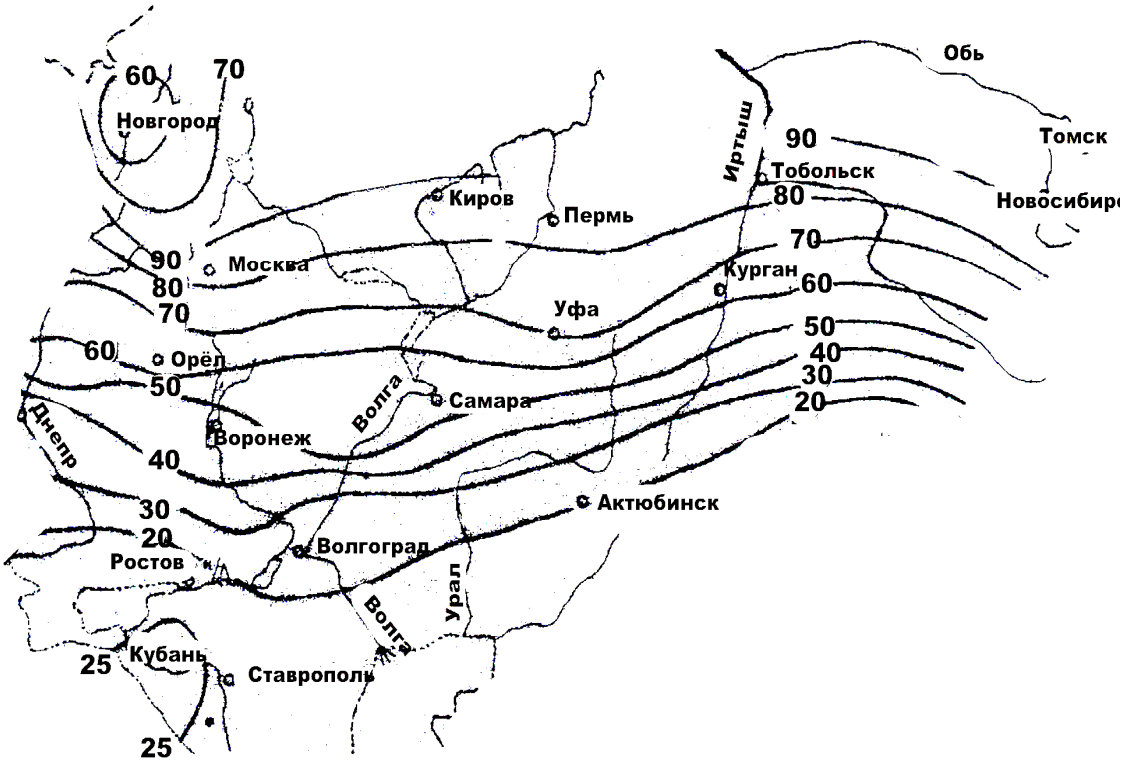

Рис. 3. Среднемноголетний сток талых вод с уплотненной пашни, мм

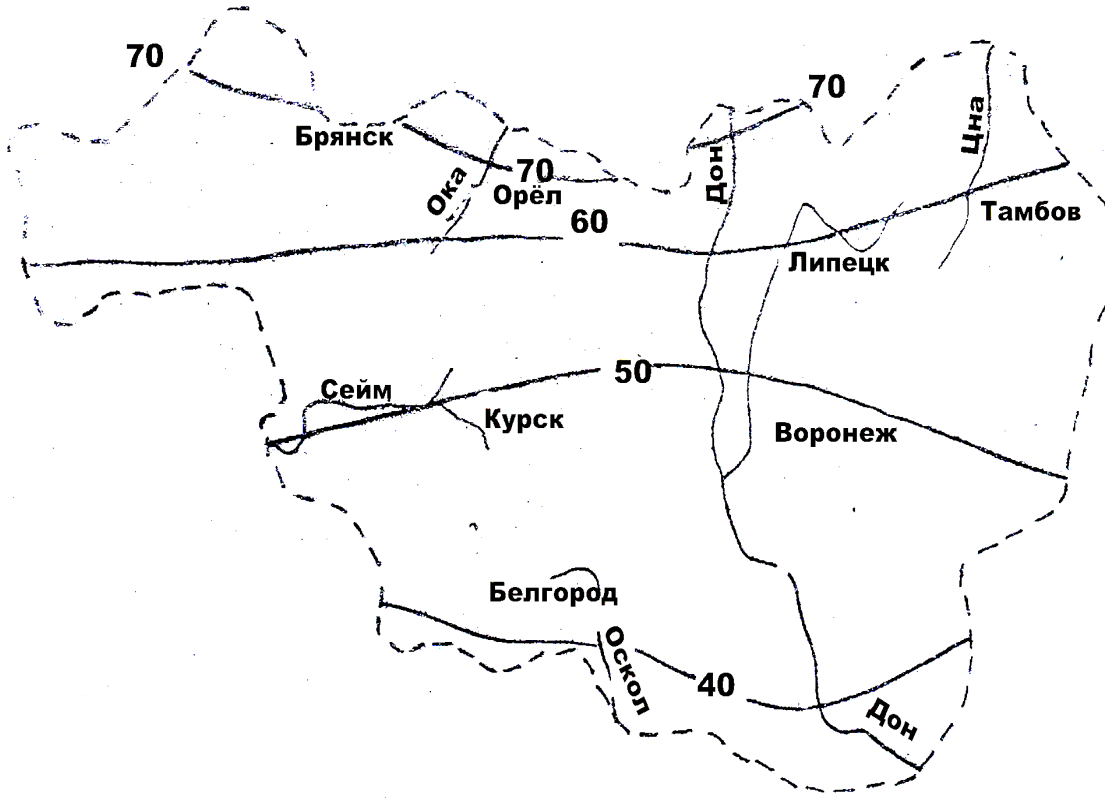

Рис. 4. Среднемноголетний сток талых вод с уплотненной пашни в ЦЧР, мм

Таблица 6

Ординаты кривой обеспеченности (P_O) для перехода от среднемноголетнего весеннего стока к стоку 10%-ной обеспеченности на пашне в Центрально-Черноземном регионе

Административные подразделения	Коэффициент P_O для	
	зяби	уплотненной пашни
Лесостепная зона		
Орловская, Липецкая, Тамбовская, Курская, северная часть Белгородской и Воронежской областей	2,24	2,01
Степная зона		
Южная часть Воронежской и Белгородской областей	2,54	2,02

Таблица 7

Поправочные коэффициенты к картам поверхностного стока с пашни для различных почв

Тип почвы	Коэффициент *S*
Лесная зона	
Дерново-подзолистые средне-, тяжелосуглинистые	1,10
Дерново-подзолистые легкосуглинистые, серые лесные суглинистые	1,05
Дерново-подзолистые песчаные	0,82
Лесостепная зона	
Чернозем обыкновенный глинистый, тяжело- и среднесуглинистый	0,99
Чернозем типичный и выщелоченный тяжело- и среднесуглинистый	0,98
Чернозем типичный и выщелоченный легкосуглинистый	0,87
Серые лесные легко-, средне-, тяжелосуглинистые, светло-серые лесные легко-, тяжелосуглинистые	1,08
Темно-серые лесные среднесуглинистые, чернозем выщелоченный суглинистый	1,06
Степная и сухостепная зона	
Чернозем обыкновенный средне-, тяжелосуглинистый	0,96
Чернозем южный легкоглинистый	1,08
Чернозем южный суглинистый и супесчаный	0,93
Чернозем типичный суглинистый	0,98
Светло-каштановые легко-, среднесуглинистые	0,89
Светло-каштановые легкоглинистые, супесчаные, песчаные	0,80

Пример расчета. Определить сток талых вод с зяби 10%-ной обеспеченности для чернозема типичного средне- и тяжелосуглинистого слабо- и среднесмытого в 20 км южнее г. Курска на элементарном водосборе (площадью 200 га) северо-западной и северо-восточной экспозиции.

Расчет проводим по формуле (1). Для зяби среднемноголетний слой стока за весну $h_K = 37$ мм (рис. 2). Значение поправок на тип почвы и степень ее смытости соответственно равны: $S = 0{,}98$ (табл. 7) и $\lambda_C = 1{,}0$. Параметр, учитывающий роль экспозиции равен $K_Э = 1{,}12$. Ордината $P_O = 2{,}24$ (табл. 6). Следовательно, сток талых вод равен

$$\bar{H} = 37 \times 0{,}98 \times 1{,}0 \times 1{,}12 \times 2{,}24 = 91 \text{ мм},$$

а объем стока с водосбора площадью 200 га составляет:

$$W_H = 10 \times 91 \times 200 = 182\,000 \text{ м}^3$$

3.2. Принципы регулирования водноэрозионных процессов

Необходимым условием для проведения противоэрозионной мелиорации на пашне является величина задержания талого стока 10%-ной обеспеченности, которая должна соответствовать интервалам требований растений во влаге. Вторым условием регулирования водноэрозионных процессов является подбор оптимального сочетания почвозащитных приемов в целях уменьшения стока на пашне до значений, при которых смыв находился бы в пределах ежегодного культурного почвообразования.

Величина задержания стока талых вод 10%-ной обеспеченности на пашне (Δh_T) рассчитывается по формуле:

$$\Delta h_T = W_{BO} - W_P, \qquad (3)$$

где W_{BO} – верхний оптимум влагозапасов в корнеобитаемом слое почвы, равный 0,85 × ПВ для зяби и 0,9 × ПВ для уплотненной пашни, где ПВ – полная влагоемкость почвы (табл. 8);

W_P – фактические запасы влаги 10%-ной обеспеченности на дату окончания стока (табл. 9).

Таблица 8

Полная влагоемкость (мм) в слое почвы 0–50 и 0–100 см

Тип почвы	Полная влагоемкость, мм	
	0–50 см	0–100 см
Лесная зона		
Дерново-подзолистые супесчаные	199	382
Дерново-подзолистые суглинистые	210	388
Дерново-подзолистые среднесуглинистые	225	433
Серые лесные	232	454
Лесостепная зона		
Чернозем выщелоченный суглинистый	252	479
Чернозем типичный суглинистый	265	514
Чернозем обыкновенный суглинистый	270	520
Чернозем типичный и обыкновенный среднесуглинистый	281	549
Степная и сухостепная зона		
Чернозем обыкновенный среднесуглинистый	260	554
Каштановые тяжелосуглинистые	258	474

Таблица 9

Общие влагозапасы 10%-ной обеспеченности в слое почвы 0–50 и 0–100 см после окончания стока талых вод

Тип почвы	Агрофон	Влагозапасы (мм) в слое	
		0–50 см	0–100 см
Лесная зона			
Дерново-подзолистые суглинистые	зябь	182	350
	пашня	168	308
Серые лесные на лессовидных суглинках	зябь	221	354
	пашня	199	352
Дерново-подзолистые среднесуглинистые	зябь	236	405
	пашня	199	390
Лесостепная зона			
Чернозем выщелоченный на лессовидных суглинках	зябь	203	334
	пашня	190	313
Серые лесные легкосуглинистые	зябь	206	324
	пашня	–	299
Чернозем типичный суглинистый	зябь	208	404
Чернозем обыкновенный на лессовидных суглинках	зябь	200	385
	пашня	191	396
Чернозем типичный и обыкновенный среднесуглинистый	зябь	231	435
	пашня	199	359
Степная и сухостепная зона			
Чернозем обыкновенный среднесуглинистый	зябь	–	416
	пашня	198	420
Каштановые тяжелосуглинистые	зябь	196	353
	пашня	207	350

Избыточный слой стока талых вод 10%-ной обеспеченности на пашне определяется по уравнению:

$$Y_T = \overline{H} - (W_{BO} - W_P)\,. \qquad (4)$$

Чем больше избыточный сток, тем выше интенсивность эрозии почв. Следовательно, этот сток необходимо уменьшить до допустимых значений, при которых смыв почвы находился бы в пределах интенсивности культурного почвообразования.

Под допустимым стоком талых вод (dh) на различных типах почв и агрофонах понимаются такие его величины, при которых фактический смыв почвы меньше или равен интенсивности почвообразования. Для определения допустимого стока следует использовать зависимость вида:

$$M = f_O[aU(h)], \qquad (5)$$

где M и $U(h)$ – нормализованные величины смыва почв и талого стока;

a – коэффициент регрессии.

В таблице 10 приведены значения допустимого талого стока и смыва почв для основных почвенных разностей и агрофонов.

Т а б л и ц а 10

Допустимый талый сток (dh, мм) и смыв почвы (т/га год)

Тип почвы	Допустимый смыв почвы	Допустимый сток	
		зябь	пашня
1	2	3	4
Лесная зона			
Дерново-подзолистые и серые лесные легкосуглинистые, слабо- и среднесмытые	2	54	89
Дерново-подзолистые суглинистые, слабо- и среднесмытые	2	69	–
Лесостепная зона			
Чернозем типичный и выщелоченный легко- и среднесуглинистый	5	40	70
Чернозем обыкновенный суглинистый, слабо- и среднесмытый	4	30	70
Чернозем типичный средне-, тяжелосуглинистый, слабосмытый	4	52	80
Чернозем выщелоченный средне-, тяжелосуглинистый	5	56	–
Серые лесные, темно-серые лесные средне-, тяжелосуглинистые, слабо-, среднесмытые	2	35	70
Светло-серые лесные, черноземы оподзоленные средне-, тяжелосуглинистые, слабо-, среднесмытые	2	23	–

Продолжение табл. 10

1	2	3	4
Степная и сухостепная зона			
Чернозем обыкновенный суглинистый, среднесмытый	4	17	38
Чернозем южный легкоглинистый, средне-, тяжелосуглинистый, слабо-, среднесмытый	3	21	37
Чернозем обыкновенный глинистый, тяжелосуглинистый, слабо-, среднесмытый	4	35	86
Светло-каштановые легко-, среднесуглинистые, слабо-, среднесмытые	2	5	35

Если избыточный сток меньше или равен допустимому, т. е. $Y_T \le dh$, то никаких мероприятий, кроме обеспечивающих равномерное задержание воды на пашне и перевод в корнеобитаемый слой почвы части стока, применять не следует. В тех случаях, когда $Y_T > dh$, необходимо планировать дополнительные почвозащитные мероприятия, которые гарантировали бы аккумуляцию остаточного стока на линейных рубежах (лесополосы с простейшей гидротехникой, валы-террасы) и перевод его в грунтовые воды. При наличии условия $Y_T > dh$ остаточный талый сток (S_T) определяется по уравнению:

$$S_T = Y_T - dh\,. \qquad (6)$$

Пример расчета. Требуется выявить структуру экологически безопасного перераспределения стока талых вод 10%-ной обеспеченности, равного 91 мм, который получен в предыдущем примере. Расчет проводим по формулам (3, 4, 6). Величину перевода стока в слой почвы 0–100 см вычисляем по формуле (3), для чего, используя табл. 8, определяем, что W_{BO} (верхний оптимум влагозапасов в корнеобитаемом слое почвы) = 467 мм, а из табл. 9 находим W_P (фактические запасы влаги 10%-ной обеспеченности на дату окончания стока) = 435 мм, т. е. в слой почвы 0–100 см необходимо направить 467 мм – 435 мм = 32 мм стока. При этом избыточный сток согласно формуле (4), составит 91 мм – 32 мм = 59 мм. Сравнивая этот сток с допустимым стоком (52 мм, табл. 10, лесостепная зона) получаем, что остаточный талый сток в соответствии с формулой (6) равен 59 мм – 52 мм = 7 мм. Поэтому необходимо планировать линейные рубежи, т. е. противоэрозионные мероприятия постоянного действия с тем, чтобы осуществить рациональное перераспределение стока и снизить интенсивность эрозии на зяби.

3.3. ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Организационно-хозяйственные мероприятия

Эта группа мероприятий направлена главным образом на противоэрозионную организацию территории с учетом эродированности и эрозионной

опасности почв, обеспечивающую правильное сочетание и размещение всех мер защиты почв от эрозии на водосборной площади.

Правильная противоэрозионная организация территории должна способствовать, с одной стороны, эффективному регулированию стока талых вод и сокращению эрозии, а с другой – повышению продуктивности эродированных пахотных земель.

При определении структуры посевных площадей в каждом конкретном хозяйстве необходимо учитывать тип почвы и ее смытость, особенности рельефа и развитие водноэрозионных процессов. Чем выше удельный вес пашни с уклоном до 3°, тем при прочих равных условиях должно быть больше зерновых и пропашных культур и меньше многолетних трав, и наоборот.

Чтобы избежать концентрации поверхностного стока и создать условия для обработки почвы и посева культур, линейные рубежи (границы хозяйств, полей, рабочих участков, лесополос) должны располагать преимущественно по водораздельным линиям или поперек склона по направлению основных горизонталей.

В настоящее время в связи с достижением определенных успехов в развитии методов прогнозирования эрозионных процессов появилась возможность перевода противоэрозионной организации территории и проектирования противоэрозионных комплексов при внутрихозяйственном землеустройстве на расчетную основу. Создание условий для практической реализации такой возможности – одна из основных задач эрозиоведения.

Чередование культур в севообороте

Эффективное использование влаги в севообороте возможно только при чередовании культур, имеющих глубокую и мелкую корневую систему. Влагооборот под однолетними культурами осуществляется в слое почвы 0–150 см, а под многолетними в слое почвы 0–300 см.

Чистый пар хорошо сохраняет влагу к посеву озимых. Прибавка влагозапасов в слое почвы 0–100 см (в процентах от наименьшей влагоемкости) на пару по сравнению с непаровыми предшественниками изменяется от 2–3 в лесостепной зоне до 10–15 % в степной зоне. В районах достаточного увлажнения экономически обосновано введение занятых паров вместо чистых.

На пашне, где смыв почвы составляет более 12 т/га, организуются специальные почвозащитные севообороты с многолетними травами и культурами сплошного сева. При разработке структуры севооборотов и их размещении необходимо учитывать уровень снижения урожайности сельскохозяйственных культур на почвах разной степени смытости.

Степень защищенности полей севооборота от ветровой эрозии в течение года будет закономерно изменяться в соответствии с биологическими особенностями возделываемых культур. Самым эффективным и распро-

страненным способом решения проблемы является введение в состав севооборота многолетних трав. Кроме того, необходимо равномерно распределять травы по полям, что решается путем полосной организации полей севооборота: полосы трав чередуют с полосами других культур. Все полосы располагают перпендикулярно направлению наиболее опасных ветров.

Обработка почвы

Приемы обработки почвы условно можно разделить на две группы: обычные виды (вспашка, боронование, культивация, междурядное рыхление) и специальные – мероприятия по регулированию стока и смыва почв. Вспашка, культивация, боронование и посев в направлении, близком к горизонталям, являются наименее трудоемким способом защиты почв от эрозии. При этом гребни и борозды располагают перпендикулярно к направлению склонового стока, что способствует увеличению поглощения воды почвой. Увеличение глубины обработки почвы приводит к повышению водопроницаемости почвы и соответственно к уменьшению стока воды и смыва почвы. Кроме того, в целях экономии средств вместо сплошной глубокой обработки рекомендуется обычная вспашка с последующим глубоким рыхлением полосами.

Среди специальных приемов обработки почвы особое внимание заслуживают лункование, щелевание, кротование. Данные способы водозадерживающей обработки почв проводят на склонах крутизной более 2–3°, где эффективность поперечной обработки почв снижается. Для уменьшения поверхностного стока и смыва на зяби и парах применяют также обвалование, которое обычно производится со вспашкой. Во избежание стока вдоль валиков применяют фигурное обвалование.

Все искусственно созданные микроформы меняют свой объем к весне из-за насыщения водой и оплывания почвы, поэтому лункование, бороздование и обвалование почвы эффективны лишь на достаточно водопрочных почвах. Кроме того, поделка углублений приводит к увеличению поверхности почвы, что может повлечь дополнительные потери влаги на испарение. Поэтому весной необходимо заровнять поверхность и провести закрытие влаги боронованием. Эффективность этих приемов зависит также от крутизны склона. На склонах крутизной более 4–5° их применение нецелесообразно. Более того, оно может привести к формированию концентрированного стока и развитию линейных форм эрозии в случае прорыва микроформ в верхней части склона.

Окультуривание почв и внесение удобрений

Основными путями окультуривания почв, особенно эродированных, улучшения их структуры, водно-физических и других свойств являются:

1. Культура многолетних трав и применение сидератов.

2. Внесение органических (навоз, торф, солома) и минеральных удобрений, а в случае необходимости – проведение известкования и гипсования.

3. Применение полимеров.

На смытых почвах высокоэффективна сидерация. Рекомендуются различные варианты посева зеленых удобрений: ранневесенние, подсевные, пожнивные в качестве парозанимающей культуры. В качестве зеленого удобрения целесообразно использовать однолетний и многолетний люпин, однолетний и двухлетний донник, люцерну, клевер, горох, рапс, горчицу, вику. При запашке зеленой массы растений на 25–30 % уменьшается плотность сложения и увеличивается водопроницаемость почвы, вследствие чего снижается поверхностный сток.

Мульчирование – покрытие обнаженной поверхности почвы измельченной соломой, стеблями кукурузы, подсолнечника, а также материалами нерастительного характера (полиэтиленовая пленка, бумага) уменьшает промерзание почвы в 1,5–2 раза и увеличивает запасы влаги в корнеобитаемом слое. Весьма эффективным противодефляционным приемом является мульчирование почвы жидким навозом. Он существенно улучшает не только физико-механические свойства поверхностного слоя почвы, но и ее питательный режим. Твердая фаза жидкого навоза задерживается некапиллярными порами поверхностного слоя почвы, а жидкая, содержащая коллоиды и растворимые органические вещества, – просачивается вглубь. Поверхностный слой почвы, высыхая, превращается в корку, проницаемую для воды и воздуха и устойчивую к воздействию ветра. Кроме того, она затрудняет потерю воды почвой в результате испарения.

Удобрения на эродированных почвах следует вносить дифференцированно, с учетом степени их смытости. Скорость впитывания воды в почву под влиянием минеральных удобрений возрастает до 10 %, а под воздействием органических – до 60 %. Водорастворимые полимеры (К-4, К-9, ГИПАН, ПАА, полиакриламид) улучшают водно-физические свойства эродированных почв. Так, полимер К-4 имеет последействие до 6 лет и увеличивает количество водопрочных агрегатов на 20–30 %, снижает жидкий и твердый сток не менее чем в 2 раза.

Снегозадержание и регулирование снеготаяния

Северной границей обязательного снегозадержания принято считать линию, проходящую по широте 53°. Северная граница ежегодного снегозадержания совпадает с линией полного насыщения влагой слоя почвы 0–100 см к началу сева ранних яровых культур. В степных районах снегозадержание проводится там, где высота снежного покрова достигает 10 см и более. Для полей площадью 15–20 га снегозадержание дает превышение снегозапасов по сравнению с открытым пространством на 60–70 %, для по-

лей площадью 25–50 га – 40–60 %, а для полей площадью 55–100 га только 20–40 %.

Целесообразность снегозадержания следует определять по соотношению:

$$W_{ВО} < или > (W_О + X_С),$$

где $W_{ВО}$ – верхний оптимум влагозапасов в почве;

$W_О$ – запасы влаги (мм) в почве в предзимний период;

$X_С$ – среднемноголетние запасы воды в снеге (мм) для данного хозяйства.

Снегозадержание необходимо в том случае, если $W_О + X_С < W_{ВО}$.

Перенос снега происходит на большие расстояния (1–1,5 км), а при сильных ветрах на 2–3 км. Около 95 % снега переносится на высоте не более 20 см от поверхности. Поэтому для снегозадержания нужно создавать кулисы из высокостебельных растений: подсолнечника, кукурузы, сорго, горчицы, а также снежные валики.

Одним из наиболее эффективных приемов снегозадержания является снегопахота, которую начинают при высоте снежного покрова 8–12 см, преимущественно во время оттепелей. С помощью снегопаха формируют снежные валы с наклонными стенками высотой от 40 до 70 см, располагая их поперек господствующих ветров или перекрестно на расстоянии 5–10 м один от другого на нижних частях склонов южной и западной экспозиции и 15–20 м – на верхних частях этих склонов, а также на склонах северной и восточной экспозиции.

Зачернение снега производится золой, смешанной с землей, торфяной крошкой, фосфоритной мукой. Сущность способа заключается в том, что непосредственно перед началом устойчивого таяния снега снежный покров зачерняется полосами, что способствует разновременному сходу снега и большему впитыванию талых вод в почву. Наибольший влагонакопительный и агрономический эффект от регулирования снеготаяния достигается на склонах южной экспозиции. Снегозадержание и регулирование снеготаяния препятствует образованию ледяной корки на озимых.

Агролесомелиорация

Агролесомелиорация – раздел мелиорации, охватывающий вопросы улучшения природных условий сельскохозяйственных угодий защитными лесными насаждениями. На равнинных водораздельных пространствах практически во всех природных зонах существует опасность появления ветровой эрозии почв. Поэтому основное назначение *полезащитных лесных полос* на водораздельных пространствах – снижение скорости ветра и турбулентного обмена в приповерхностном слое атмосферы. Кроме того, они способствуют уменьшению вредного воздействия суховеев, а также накоплению и равномерному распределению снега на полях.

На приводораздельных склонах помимо опасности ветровой эрозии почв возникает опасность смыва и размыва почв. Поэтому лесные насаждения на склонах помимо почвозащитных должны выполнять и функции по перехвату поверхностного стока дождевых и талых вод и переводу его полностью или частично во внутрипочвенный сток. На склонах круче 2° ленточные лесные насаждения ориентируют в направлении, перпендикулярном линии стока, без учета направления ветра, такие насаждения называют *стокорегулирующими лесными полосами*.

На землях, прилегающих к оврагам и балкам, существует повышенная опасность концентрации поверхностного стока и связанная с ней опасность роста оврагов. Лесные полосы, расположенные вдоль бровки балки, называют *прибалочными*, а полосы, расположенные вдоль бровки оврага или его вершины, называются *приовражными*.

Днища оврагов и балок, на водосборах которых сток не зарегулирован, являются местом переноса и отложения почвы, смытой с полей на водосборах. Защитные лесные насаждения по дну и склонам оврагов, балок, ложбин, предназначенные для задержания наносов, называются *кольматирующими лесными насаждениями*.

Современная научно обоснованная схема развития защитного лесоразведения предусматривает отведение под лесополосы в лесостепной зоне 2–2,5 %, в степной 3–4 % и на песчаных почвах 5–7 % площади пашни. Для повышения стокорегулирующей эффективности водорегулирующие лесные полосы усиливаются гидротехническими сооружениями (обвалование, канавы с валами). Глубина канав колеблется от 1 м на склонах крутизной 1–2° до 1,5 м на склонах более 3°. Водорегулирующие лесополосы, усиленные гидротехническими сооружениями, должны быть 2-3-рядные в лесной и лесостепной зонах и 2–4-рядные в степной зоне. Лесополосы, размещенные по контуру и усиленные гидротехническими сооружениями, уменьшают сток талых вод на 20–30 мм.

Гидротехнические сооружения

Гидротехнические противоэрозионные мероприятия применяют в тех случаях, когда агротехнических и агролесомелиоративных мероприятий недостаточно, это касается крутых склонов и сильно заовраженных земель.

К гидротехническим сооружениям самостоятельного действия на пашне относятся напашные *валы-террасы*, представляющие собой земляные сооружения высотой 40–50 см, рассчитанные на задержание стока 10%-ной обеспеченности. По назначению валы-террасы могут быть горизонтальные (водозадерживающие) и наклонные (водорегулирующие). Валы-террасы целесообразно применять в том случае, когда избыточный слой талых вод 10%-ной обеспеченности не удается снизить до допустимых значений агротехническими и лесомелиоративными мероприятиями.

Помимо валов-террас, к простейшим гидротехническим сооружениям на водосборной площади относятся траншейные террасы, распылители стока, валы Борткевича, водоотводные валы-канавы. *Траншейные террасы* используются для борьбы с эрозией и селями при облесении крутых склонов. Они состоят из траншей, вытянутых строго по горизонталям, и валов из вынутой почвы, расположенных вдоль нижних краев канав. Деревья высаживаются в нижней части насыпного откоса, примыкающего к канаве. *Распылители стока* создают для рассредоточения потоков воды, концентрирующихся в ложбинах, разъемных бороздах, межах у дорог и лесных полос. Распылитель стока представляет собой валик с расположенной перед ним выемкой, перегораживающей понижение. *Валы Борткевича* устраивают на прилегающем к вершине оврага участке склона для приостановки его роста. Для укрепления вала его засевают весной следующего после сооружения года смесью многолетних трав (ежа сборная, тимофеевка, клевер, овсяница луговая), а в пространстве между вершиной оврага и первым валом, а также на дне оврага проводят посадку лесных культур. *Водоотводные валы-канавы* применяются для отвода воды от вершин оврагов в задернованные ложбины или к одной вершине, закрепленной водосбросным сооружением.

Литература

1. Дудкин Ю.И. Денудация почв / Ю.И. Дудкин, Д.И. Щеглов. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2006. – 39 с.

2. Евдокимова Т.И. Почвенная съемка / Т.И. Евдокимова. – М. : Изд-во МГУ, 1987. – 270 с.

3. Иванов В.Д. Опыт по регулированию водного режима и борьбе с эрозией почв на пашне / В.Д. Иванов, В.П. Герасименко. – Воронеж : Воронеж. гос. аграр. ун-т 1994. – 49 с.

4. Иванов В.Д. Эрозия и охрана почв Центрального Черноземья России / В.Д. Иванов, Е.В. Кузнецова. – Воронеж : Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2003. – 250 с.

5. Кузнецов М.С. Эрозия и охрана почв / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. – М. : МГУ, 2004. – 330 с.

6. Методические указания по проведению почвенно-эрозионных обследований и составлению проектов противоэрозионных мероприятий при внутрихозяйственном землеустройстве совхозов и колхозов Казахской ССР, расположенных в районах проявления ветровой эрозии почв / под ред. В.С. Неговского, Е.И. Семановой, Г.Г. Ибрагимова. – Алма-Ата, 1979. – 30 с.

Содержание

§ 1. Теоретические основы эрозии почв 3
1.1. Определение понятия эрозия почв, классификация эрозионных процессов 3
1.2.Ущерб, причиняемый эрозией почв народному хозяйству 5
§ 2. Проведение почвенно-эрозионных обследований и составление проектов противоэрозионных мероприятий 7
2.1. Почвенно-эрозионное обследование. Подготовительный период 7
2.2. Полевой период 8
2.3. Камеральный период 12
§ 3. Практическая часть 19
3.1. Оценка поверхностного стока с пашни 19
3.2. Принципы регулирования водноэрозионных процессов 23
3.3. Противоэрозионные мероприятия 26
Литература 33

Учебное издание

ЭРОЗИЯ И ОХРАНА ПОЧВ

Учебно-методическое пособие для вузов

Составители:
Щеглов Дмитрий Иванович,
Горбунова Надежда Сергеевна

Редактор С.Ю. Дробина

Подписано в печать 07.06.2011. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л.2,0. Тираж 100 экз. Заказ 121.

Издательско-полиграфический центр
Воронежского государственного университета.
394000, г. Воронеж, пл. им. Ленина, 10. Тел. (факс): +7 (473) 259-80-26
http://www.ppc.vsu.ru; e-mail: pp_center@ppc.vsu.ru

Отпечатано в типографии
Издательско-полиграфического центра
Воронежского государственного университета.
394000, г. Воронеж, ул. Пушкинская, 3. Тел. +7 (473) 220-41-33

34