

О.И. Иванова, Д.А. Бураков

ЭРОЗИЯ ПОЧВ

Красноярск 2020

О.И. Иванова, Д.А.Бураков

ЭРОЗИЯ ПОЧВ

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутреннего использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Водные ресурсы и водопользование»

Красноярск 2020

ББК 40.3 я73

И 21

Рецензенты:

***В.Н. Белобородов**, кандидат технических наук, директор ООО НПФ
«Изотор»*

***В.Д. Кулигин**, кандидат технических наук, генеральный директор ОАО
«СибНИИГиМ»*

Иванова, О.И.

И21 **Эрозия почв:** учебное пособие / О.И. Иванова, Д.А. Бураков;
Красноярский государственный аграрный университет.– Красноярск,
2020. 103 с.

Содержит теоретический материал, пояснения с примерами для практических занятий, и самостоятельной работы студентов.

Предназначено для бакалавров Института землеустройства, кадастров и природообустройства, обучающихся по направлению подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Водные ресурсы и водопользование»

ББК 40.3 я73

© Иванова О.И., Бураков Д.А. 2020

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| <i>Введение</i> | 6 |
| Тема 1 Основные факторы образования эрозии земель | 7 |
| 1.1 Геологические факторы эрозии почв | 13 |
| Практическое занятие 1 Изучение топографических, почвенно-эрозионных, геоботанических карт | 18 |
| 1.2 Метеорологические факторы эрозии почв | 19 |
| Практическое занятие 2 Изучение данных по климату (гидрологические, метеорологические ежегодники, справочники по климату.) | 24 |
| 1.3 Почвенные факторы эрозии почв | 24 |
| Практическое задание 3 Изучение почвенных карт | 33 |
| Практическое задание 4 Определение крутизны, длина, форма, экспозиция склонов, глубины местных базисов эрозии, расчлененность территории оврагами, промоинами | 33 |
| Тема 2 Водная эрозия | 34 |
| 2.1 Плоскостная эрозия | 36 |
| Практическое задание 5 Определение величины потенциального смыва для стока от талых и дождевых вод. | 36 |
| 2.1.1 Планирование противоэрозионных мероприятий на основе расчетов потенциального смыва от стока ливневых и талых вод. | 37 |
| Практическое задание 6 Планирование агро-мелиоративных, противоэрозионных мероприятий на основе расчетов потенциального смыва от стока ливневых и талых вод | 45 |
| 2.1.2 Планирование противоэрозионных агротехнических приемов с учетом размещения сельскохозяйственных культур на расчетных участках с учетом эрозионной опасности от стока дождевых вод и талых. | 45 |
| Практическое задание 7 Планирование противоэрозионных агротехнических приемов с учетом размещения сельскохозяйственных культур на расчетных участках с учетом эрозионной опасности от стока дождевых вод и талых. | 50 |
| 2.2 Овражная эрозия | 50 |
| Практическое задание 8 Расчет расходов дождевого паводка и весеннего половодья. | 60 |

| | |
|---|----|
| Практическое задание 9 Определение морфометрических характеристик овражной эрозии (глубина, длина, объем, площадь оврага). | 61 |
| Тема 3 Ветровая эрозия | 61 |
| 3.1 Факторы дефляции | 60 |
| Практическое задание 10 Определение противодефляционной устойчивости почв, дефляционного потенциала ветра | 76 |
| Практическое задание 11 Оценка роли рельефа и местоположения на склоне. Оценка почвозащитной роли растительности и системы обработки почвы. Расчет интенсивности дефляции. | 76 |
| 3.1.1 Противодефляционные мероприятия | 76 |
| Практическое задание 12 Расчет расстояния между лесополосами. | 79 |
| Банк тестовых заданий для текущего контроля | 80 |
| Вопросы для промежуточного контроля | 91 |
| Термины и определения | 93 |
| <i>Заключение</i> | 95 |
| <i>Библиографический список</i> | 96 |

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие - «Эрозия почв» разработано в соответствии с рабочей программой по дисциплине Эрозия почв для направления подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование, профиль водные ресурсы и водопользование квалификация бакалавр.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением теоретических знаний и практических навыков о физике эрозионных процессов, освоения практических приемов борьбы с эрозией почв.

Борьба с эрозией почв — одна из задач природопользования, в частности землепользования. Осуществляется она с помощью ряда мер, в том числе агролесомелиорации, прогрессивной агротехники, борьбы с загрязнением почвы, ее засолением, комплекса мелиорации, рекультивации, фито-мелиорации и др. приемов.

Целью преподавания дисциплины «Эрозия почв» - является приобретение будущими специалистами фундаментальных естественно-научных знаний по физике эрозионных процессов и расчетам эрозии почв.

Задачи преподавания дисциплины заключаются: в изучении процессов эрозии почв и основных методов борьбы с эрозией, как важного направления мелиорации земель; в создании базы знаний у студента для изучения специальных курсов с позиций рационального природопользования и охраны природы.

В учебном пособии для каждой темы дается теоретический материал согласно, рабочей программы по дисциплине «Эрозия почв», практические задания с примерами их выполнения, вопросы для самоконтроля, тесты для текущего контроля, вопросы для промежуточного контроля, основные термины и определения. Теоретический материал может служить для подготовки рефератов, семинарских занятий, а так же для самостоятельного изучения.

Тема 1 Основные факторы образования эрозии земель

Классификация почв по смывности. Формы водно-эрозионного рельефа.

Эрозия почв это — процесс разрушения верхних, наиболее плодородных слоев почвы и подстилающих пород талыми и дождевыми водами или ветром. В ряде мест от эрозии почв утрачивается больше плодородных земель, чем вновь осваивается.

Естественная эрозия почв это очень медленный процесс. Например, снос поверхностными водами 20 см почвы под пологом леса происходит за 174 тыс. лет, под лугом — за 29 тыс. лет. В сельском хозяйстве при правильных севооборотах поля теряют 20 см почвы за 100 лет (в 290 раз быстрее, чем под лугом), а при монокультуре кукурузы — всего за 15 лет (в 1930 раз быстрее). В последних двух случаях скорость разрушения почвенного покрова намного превышает скорость почвообразования.

Ветровая эрозия почв (дефляция) это — процесс разрушения и переотложения почвенных частиц воздушными потоками. Наиболее разрушительна дефляция на песчаных и торфяных почвах. При очень сильном процессе дефляции возникают пыльные (черные) бури.

Водная эрозия почв это – процесс разрушения и переотложения почвенных частиц водными потоками. Наиболее четкое ее выражение – образование оврагов.

Механическая (агротехническая, техногенная) эрозия почв:

- систематический сдвиг почвы вниз по склону в результате работы с.-х. машин и орудий при пахоте и др. видах обработки земель, ярче всего выраженный при холмистом рельефе местности;
- любые виды эрозии почв под воздействием их обработки.

Ирригационная эрозия почв – форма антропогенной эрозии, представляет смыв и размыв почвы при ее орошении. Одна из важнейших природоохранительных задач мелиорации – устранение или сведение к минимуму ее негативных последствий. В частности, проектирование оросительной системы должно предусмотреть эрозионно-безопасную технологию дождевания сельскохозяйственных культур.

Интенсивность эрозии выражается в (мм/год) или в (тоннах/га×год) смытого (унесенного ветром) слоя почвы. В среднем масса 1 мм слоя почвы на площади 1 га равна одной тонне.

Скорость естественного процесса почвообразования изменяется в зависимости от условий ландшафта от 0.15 до 0.03 (мм/год). Уничтожение почвы за счет эрозии происходит на порядки быстрее.

В чрезвычайных ситуациях (ураганный ветер, катастрофические ливни на крутых распаханых склонах) снос почвы может достигать 5 -15 мм за период действия ЧС.

По интенсивности эрозионного разрушения, почвы группируются, согласно, таблицы 1.

Таблица 1 -Классификация почв по классам эрозионной опасности

| Класс | Наименование |
|-------|---|
| 1 | с незначительной эрозионной опасностью (до 3 т/га год) |
| 2 | слабой эрозионной опасностью (до 3,1 - 10 т/га год) |
| 3 | средней эрозионной опасностью (до 10,1 - 20 т/га год) |
| 4 | сильной эрозионной опасностью (до 20,1 - 40 т/га год) |
| 5 | очень сильной эрозионной опасностью (более 40 т/га год) |
| 6 | намытые земли |

Сеть понижений на земной поверхности, в которых накапливается или по которым стекает талая или дождевая вода, называют *гидрографической сетью*. Она представлена водотоками, в которых вода движется в направлении уклона (ручей, река и др.), и водоемами, представляющими скопление вод, застойных или с замедленным стоком, в естественных или искусственных впадинах. Водотоки и водоемы могут быть постоянными, в которых постоянно присутствует вода, и временными, которые заполняются водой только во время снеготаяния или интенсивного выпадения жидких осадков. Различают древние и современные звенья гидрографической сети. Рассмотрим *современные формы водно-эрозионного рельефа*.

Струйчатые размывы (или плоскостная эрозия) – это наиболее распространенная форма водной эрозии. Она проявляется на распаханых землях в результате выпадения дождей или таяния снежного покрова. Система русел ручейковой сети напоминает крону дерева: малые ручейки, сливаясь, образуют все более крупные см. рисунок 1. Глубина русел ручейков изменяется в зависимости от

количества протекающей воды от нескольких миллиметров до 30 см., т.е. примерно до всей глубины вспашки. Ширина в 3 – 5 раз превышает глубину. Наиболее глубокие ручьи располагаются в средней и особенно нижней части склона.

В результате струйчатой эрозии, охватывающей большие площади распаханых земель, с полей выносятся почти 70 - 90 % всего объема эродируемой почвы. Объем выноса можно оценить, определив геометрическую емкость ручейковой сети. Струйчатые размывы заравниваются во время очередной вспашки. Этот вид эрозии также называют «плоскостной эрозией», «ручейковой эрозией», «эрозионной бороздой», «бороздой размыва».



Рисунок 1 - Струйчатая (плоскостная) эрозия

На мягких, свежевспаханных землях, особенно на почвах с высоким содержанием пылеватых частиц, при крутизне склонов, превышающей 4—5°, струйчатые размывы являются обычной формой эрозии. Возникающие после посева промоины (рытвины) сокращают посевную площадь, иссушающе действуют на прилегающие к ним почвы и тем самым снижают урожай сельскохозяйственных культур.

Для борьбы со струйчатым размывом рекомендуется перед основной обработкой почвы неглубокие рытвины (промоины) заравнять вспашкой всвал, после чего обработку производить обязательно поперек склона.

В отличие от струйчатой (плоскостной) эрозии, такие формы эрозионного рельефа, как промоины и овраги, относятся к проявлениям *линейной эрозии*.

Промоины образуются на месте наиболее мощных ручьев в нижней и средней части склонов в результате концентрации поверхностного стока воды. Их глубина достигает от 30 см до 1.5 м, ширина от 1 до 5 м. Промоины невозможно заровнять с помощью обычной вспашки. Мелкие промоины глубиной 0.3 – 0.5 м можно засыпать плантажным плугом. Глубокие – с помощью специальной техники. Если струйчатая эрозия привела к образованию на пашне глубокой рытвины и ее не удастся заровнять вспашкой одним, двумя или даже тремя оборотами многолемешного плуга, то на такой рытвине через каждые 10—50 м устраивают земляные запруды. Чем круче склон, тем запруды устраивают чаще. Высота и длина каждой запруды должна быть больше глубины и ширины самой рытвины, а концы запруд вытянуты дальше бровок рытвины на 1.5 – 3 м, с некоторым изгибом по склону для рассеивания излишней воды на пашне. Такие запруды приводят к естественному заполнению рытвины землей и удержанию размыва всей ложбины, по которой рытвина проложила себе путь.

Промоину можно рассматривать как «заготовку» оврага. Промоины и овраги относят не к плоскостной, а к линейной эрозии.

Овраги неизбежно возникают в процессе дальнейшего размыва промоин, если своевременно не осуществить противоэрозионных мероприятий. Борьба с ними гораздо сложнее, чем с промоинами. Овраг врезается в землю на глубину 1.5 – 10.0 м и больше. Длина его составляет десятки, сотни метров и даже километры. К основному оврагу в процессе его развития примыкают вторичные и может образоваться система овражных русел см. рисунок 2.



Рисунок 2 -Система оврагов

Овражная эрозия может уничтожить многие гектары пахотных земель.

Струйчатые размывы, промоины и овраги относятся к современным формам эрозионного рельефа. К древним формам относятся речные долины.

Древние формы эрозионного рельефа – это следующие постоянные и временные водотоки: ложбины, лощины, суходолы, речные долины.

Ложбина— это линейная форма рельефа древнего эрозионного происхождения с пологими склонами и невыраженными бровками глубиной до 1 м. Площадь водосбора – от нескольких га до 50 га. Нередко используется под пашню. Возраст обычно 6 – 10 тыс. лет. Чаще всего образовалась в результате размыва талыми водами в период отступления последнего четвертичного оледенения. Две ложбины, сливаясь, образуют следующее звено русловой сети — лощину.

Лощина имеет ясно выраженное дно, более высокие и крутые берега. Глубина - до 8-10 м. Площадь водосбора - до 500 га. Две лощины после слияния образуют суходол (балку).

Суходол (балка) также представляет собой линейную форму рельефа древнего эрозионного происхождения с выраженными бровками, широким днищем. Крутизна берега - 10—15° и более, ширина 200 – 400 м и более, глубина - до 15-20 м. Площадь водосбора - до 3000 га. На дне прослеживается извилистое русло ручья, которое наполняется водой только при выпадении обильных дождей или в период снеготаяния. Постепенно расширяясь и углубляясь по мере впадения притоков, суходол превращается в долину реки с относительно постоянным течением воды.

Речная долина врезана на глубину свыше 15 м, вскрывает горизонты подземных вод и по этой причине характеризуется относительно постоянным течением воды. Форма речной долины на равнинах и небольших возвышенностях обычно трапецеидальная, либо прямоугольная, склоны опускаются к реке в виде уступов – террас, которых может быть несколько. Самая нижняя терраса называется поймой. В пойму врезано извилистое речное русло. В период весеннего половодья или во время дождевых паводков уровень воды в реке поднимается, и пойма может заполняться водой. Водно-эрозионные процессы усиливаются с увеличением увлажненности территории. Они ослабляются под влиянием лесной

растительности и в условиях вечной мерзлоты. Этими обстоятельствами объясняется изменение характеристик развития гидрографической сети в различных географических зонах. Так, наиболее густая овражная сеть формируется в лесостепной зоне, где атмосферные осадки еще достаточны для развития водной эрозии, а естественная растительность не столь развита, как в лесной зоне, и склоны в значительной степени распаханы. Сокращение овражной эрозии в степной зоне связано с уменьшением количества атмосферных осадков и в связи с этим возросшей сухостью климата.

Площадь, с которой вода стекает в рассматриваемый водоток или водоем (овраг) называется *площадью водосбора* F . Граница этой площади называется *водораздельной линией* или *водоразделом* см. рисунок 3. Водораздельная линия проходит по наивысшим точкам местности.

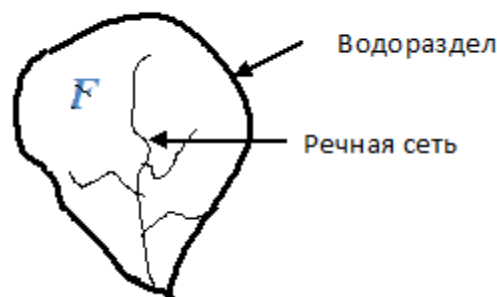


Рисунок 3 - Участок реки и ее водосбор: где F – площадь водосбора

Любое понижение на местности, представленное каким-либо элементом гидрографической сети (ложбина, лощина, балка, участок реки, овраг, промоина, ручей, котловина озера и т.д.), имеет собственную площадь водосбора, с которой происходит сток воды в рассматриваемое понижение.

Вопросы для самоконтроля по теме 1:

1. Что такое эрозия почв, пояснить.
2. Виды эрозии почв, назвать
3. В каких единицах выражается эрозия
4. Сколько выделено классов эрозионной опасности, пояснить.
5. Что такое гидрографическая сеть
6. Дать характеристику современным формам эрозионного рельефа
7. Охарактеризовать древние формы эрозионного рельефа
8. Что такое водораздельная линия, водосбор

1.1 Геологические факторы эрозии почв

Природное тело, приблизительно однородное по химическому составу и физическим свойствам, образующееся в результате физико-химических процессов на поверхности или в глубинах Земли (и др. космических тел) – называется *минералом*. В природе наиболее распространены минералы класса силикатов, в основе структуры которых лежит кремнекислородный радикал $[\text{SiO}_4]^{4-}$ – около 25 % от общего числа минералов; окислы и гидроокислы – около 12%; сульфиды и их аналоги составляют около 13 %; фосфаты, арсенаты (ванадаты) – около 18 %; прочие природные химические соединения – 32 %. Земная кора на 92 % сложена силикатами, окислами и гидроокислами. Примеры минералов: тальк $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}]\times(\text{OH})_2$, каолинит $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; серпентин $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$, галлуазит $\text{Al}_4(\text{H}_2\text{O})_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$, гипс $\text{Ca}[\text{SO}_4]2\text{H}_2\text{O}$; флогопит $\text{K}[\text{Mg}, \text{Fe}]_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH},\text{F})_2$; опал $\text{SiO}_2n\text{H}_2\text{O}$.

Горные породы представляют собой механические сочетания разных по составу минералов. По происхождению горные породы делятся на три группы: магматические (изверженные), осадочные и метаморфические.

Магматические и метаморфические горные породы слагают около 25% площади земной поверхности, остальные 75% приходятся на долю осадочных пород.

Магматические горные породы образуются в результате застывания магмы. В глубоких частях земной коры магма охлаждается медленно, хорошо раскристаллизовывается, и из неё формируются кристаллические зернистые породы, называемые *интрузивными (граниты, сиениты, диориты и др.)*. Эти породы залегают в земной коре в виде интрузивных тел различных размеров и формы. Магма, излившаяся на земную поверхность в виде лавы вулканов, остывает быстро, образуя *эффузивные*, или излившиеся, горные породы (*базальты, андезиты, липариты и др.*). Эффузивные породы часто залегают в виде лавовых потоков и покровов. Главными породообразующими минералами магматических горных пород являются алюмосиликаты и силикаты (полевые шпаты, кварц, слюда и др.) – кремниевые и алюмокремниевые породы.

Осадочные горные породы образуются на земной поверхности и вблизи неё в условиях относительно низких температур и давлений в результате преобразования морских и континентальных осадков. По

способу своего образования осадочные породы подразделяются на три основные генетические группы: обломочные породы – грубые продукты преимущественно механического разрушения материнских пород; глинистые породы — дисперсные продукты глубокого химического преобразования силикатных и алюмосиликатных минералов материнских пород; хемогенные, биохемогенные и органогенные породы – продукты непосредственного осаждения из растворов (например, соли), при участии организмов (например, кремнистые породы), накопления органических вещества (например, угли) или продукты жизнедеятельности организмов (например, органогенные известняки). Характерной особенностью осадочных пород, связанной с условиями образования, является их слоистость и залегание в виде более или менее правильных пластов.

Метаморфические горные породы образуются в толще земной коры в результате изменения (метаморфизма) осадочных или магматических пород. Факторами, вызывающими эти изменения, могут быть: воздействие активных химических соединений, в первую очередь различных водных растворов (контактный метаморфизм), или погружение породы в толщу земной коры, где на неё действуют высокие температуры и давления. Типичными метаморфическими горными породами являются разные по составу кристаллические сланцы, гнейсы, мигматиты и др.

Магматические и метаморфические породы обычно характеризуются прочной кристаллической структурой. Осадочные породы в большей степени дифференцированы, отличаются менее прочной структурой. Они нередко рыхлые, пористые, и если образовались в процессе осаждения в спокойной воде – слоистые.

Пески (размеры зерен 1 – 0.05 мм) преимущественно состоят из обломков кварца (SiO_2). По составу минеральных примесей выделяют глинистые, карбонатные, слюдистые, ожелезненные и др. пески. Пористость 35 – 50 %. При отсутствии или малой примеси глинистых частиц пески теряют связность и легко эродировать. Наиболее податливы эрозии мелко- и среднезернистые пески.

Лессы (пылеватые, иловатые породы с преобладающим размером зерен 0.05 – 0.005 мм) имеют рыхлую неслоистую структуру, светло-желтой окраски, общей пористостью 40 – 56 %. По трещинам при высыхании, или при обвальных явлениях образует вертикальные стенки. Состоит из пылеватых частиц кварца, карбонатов (например, CaCO_3), глинистых. Карбонаты способны растворяться в воде, что

приводит к неравномерному уплотнению и оседанию лессовой толщи с образованием западин. Лессовые почвы и грунты легко поддаются эрозии. Чем меньше в них глинистых примесей, тем выше эрозионная способность.

Глинистые породы (размеры зерен менее 0.005 мм) состоят из *глинистых минералов*, содержащих алюминий, например, глинозем Al_2O_3 , каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$, нефелин $KNa_3O[AlSiO_4]_4$, а также из примесей: кварц, карбонаты, гидроокислы железа, полевые шпаты (природные алюмосиликаты). Чем больше присутствие глинистых минералов и меньше примесей, тем сильнее проявляются такие свойства глины, как *связность* (сцепление между частицами) и *пластичность* (способность к необратимым деформациям, годность для лепки). Благодаря связности, присутствие глинистых частиц в почве снижает ее эродированность (способность к размыву и ветровому воздействию). Глинистые, карбонатные и глинисто-карбонатные отложения относятся к хемогенным и органогенным породам, образующимся в водоемах (озерах, морях, океанах). При осадении скелетов морских организмов образуются карбонатные породы ($CaCO_3, MgCO_3$), которые превращаются в известняки, доломиты ($CaMg[CO_3]_2$) – монолитную породу, цементируемую хемогенным кальцитом.

Территории, сложенные *осадочными породами*, пригодны для сельскохозяйственного освоения. Осадочные породы, в зависимости от крупности частиц, подразделяются на следующие фракции:

Таблица 2 - Осадочные породы пригодные для сельскохозяйственного освоения

| Наименование | Размер зерен | Наименование | Размер зерен |
|--------------|--------------|------------------------------|-----------------|
| Валуны | более 0.8 м | Пески крупнозернистые | 1 – 0.5 мм |
| Камни | 0.8 – 0.2 м | Пески среднезернистые | 0.5 – 0.25 мм |
| Бульжник | 0.2 – 0.1 м | Пески мелкозернистые | 0.25 – 0.05 мм |
| Галька | 10 – 1 см | Пылеватые и иловатые (лессы) | 0.05 – 0.005 мм |
| Гравий | 10 – 1 мм | Глины | менее 0.005 мм |

Подвергаясь метаморфизму, они образуют мел и кристаллический мрамор. Карбонатные породы растворимы в воде,

что приводит к образованию **карста** – растворения пород подземными и поверхностными водами с образованием пустот (пещер, рытвин и др.).

Вопросы для самоконтроля по теме 1.1:

1. Дать характеристику горным породам по происхождению.
2. Понятие минералы.
3. Характеристика осадочных пород (крупность частиц, состав, свойства)

Практическое занятие 1 Изучение топографических, почвенно-эрозионных, геоботанических карт

Задание:

1. Изучить, копию топографической карты масштаба 1:25000.
2. Выделить линию водораздела, определить размеры бассейна, характер рельефа.
3. Написать краткий очерк

Пояснения по теме

Противоэрозионная организация территории разрабатывается на всей площади объекта, основной территориальной единицей при этом являются водосборные бассейны балочных систем и малых рек. Для выделенных водосборных бассейнов предусматривается необходимый комплекс противоэрозионных мероприятий, способный предотвратить или сократить до допустимых пределов эрозию земель. Проектирование мероприятий ведется от водораздела до базиса эрозии – по всей линии стока.

Основой для проектирования служит количественная оценка эрозионной опасности земель – потенциальный смыв (т/га год), рассчитываемый с учетом влияния климата, рельефа, почв в условиях чистого пара или зяби для всей территории хозяйства. В зависимости от величины эрозионной опасности земель устанавливается структура угодий и посевных площадей, проектируется система севооборотов, поля, рабочие участки и другие элементы противоэрозионной организации территории.

Для проведения расчетов потенциального смыва и проектирования противоэрозионных мероприятий необходимо предварительное изучение топографических, почвенно-эрозионных, геоботанических карт, данных по климату и других материалов. Топографической основой для проектирования противоэрозионной

организации территории является карта масштаба 1:10000 – 1:25000 с сечением рельефа через 2,5 – 5,0 м. Определяется крутизна, длина, форма, экспозиция склонов, глубина местных базисов эрозии, расчлененность территории оврагами, промоинами, глубина, длина, разветвленность, скорость роста вершин оврагов, наличие оползней. Выделяют бассейны, водоразделы, склоны, террасы, тальвеги. Величину потенциального смыва рассчитывают отдельно для стока от талых и дождевых вод.

1.2 Метеорологические факторы эрозии почв

Климатическая зональность эрозионных процессов

Важнейшими элементами климата являются температура воздуха (t) и осадки (X). Именно они определяют в первую очередь почвенно-растительные условия. Для комплексной характеристики обеспеченности территории теплом и влагой используется гидротермический коэффициент (ГТК), представляющий отношение количества осадков к одной десятой суммы температур вегетационного периода ($ГТК = X/0.10 \sum t_{\text{вегет.}}$). По величине ГТК выделяют следующие зоны:

- избыточно влажная, ГТК выше 1.5 – 2.0;
- обеспеченная влагой, ГТК от 2.0 до 1.0;
- сухого земледелия, ГТК менее 1.0;
- зона ирригации, ГТК менее 0.5.

М.И. Будыко предложил для характеристики климатических условий использовать *индекс сухости* $I = Z_{\text{макс}}/X$, где $Z_{\text{макс}}$ и X – годовые значения максимально возможного испарения и осадков. Напомним, что $Z_{\text{макс}} = B/L$ характеризует максимально возможное испарение (B – радиационный баланс; $L = 2.512 \text{ мДж/м}^2\text{мм}$ – удельная теплота испарения).

В классификации климата СНГ, разработанной А.А. Григорьевым и М.И. Будыком, таблица 3, римскими цифрами обозначается индекс сухости, арабскими – термические условия теплого периода, заглавными буквами латинского алфавита – условия зимы.

Согласно А.А. Григорьеву, в полярных и умеренных широтах индексу сухости:

- меньше 0.0 соответствует зона вечных снегов (крайне избыточное увлажнение);

- 0.0–0.20 соответствует арктическая пустыня (избыточное увлажнение);
- 0.2–0.4 соответствует зона тундры (избыточное увлажнение);
- 0.4–0.6 соответствует зона северной и средней тайги (избыточное увлажнение);
- 0.6–0.8 соответствует зона южной тайги и смешанных лесов (избыточное увлажнение);

Таблица 3 - Классификационные признаки климата территории РФ

| Условия увлажнения | | Термические условия теплого периода | | Условия зимы | | |
|---------------------------|---|--|--|----------------------------------|---------------------------|--|
| характеристика | отношение испаряемости осадкам (индекс сухости) | характеристика термических условий | сумма температур земной поверхности за период выше 10 градусов | характеристика | метеорологические условия | |
| | | | | | температура января (°C): | Наибольшая средняя годовая высота снежного |
| I. избыточно влажные | меньше 0.45 | 1. очень холодные | температура воздуха за весь год не превышает 10 °C | A. Суровая малоснежная | ниже -32 | меньше 50 |
| II. влажные | 0.45 – 1.0 | 2. холодные | 0 -1000 °C | B. Суровая снежная | ниже -32 | больше 50 |
| III. недостаточно влажные | 1.0 – 3.0 | 3. умеренно теплые | 1000 – 2200 °C | C. Умеренно суровая, малоснежная | от -13 до -32 | меньше 50 |
| IV сухие | больше 3.0 | 4. теплые | 2200 – 4400 °C | D. Умеренно суровая, снежная | от -13 до -32 | больше 50 |
| | | 5. очень теплые | больше 4400 °C | E. Умеренно мягкая | от 0 до -13 | - |
| | | | | F. Мягкая | выше 0 | - |

- 0.8–1.0 (оптимальное увлажнение территории, при котором наблюдается максимальная интенсивность биомассы) соответствуют зоны лиственных лесов и лесостепи;
- 1–2 соответствует зона степей (умеренно недостаточное увлажнение);

- 2–3 соответствует зона полупустыни (недостаточное увлажнение);
- более 3 соответствует зона пустыни (крайне недостаточное увлажнение).

В зонах сухого земледелия и ирригации (индекс сухости более 1.5 и ГТК менее 1.0) преобладает ветровая эрозия, в зоне избыточного увлажнения – водная эрозия. В зоне достаточного увлажнения (индекс сухости более 1.5 – 0.80 и ГТК 1.0 – 2) существенное значение имеют и водная, и ветровая эрозия.

Дожди и ливни. Эрозионный индекс осадков

Сток дождевых вод со склонов формируется при выпадении интенсивных дождей. *Под интенсивностью дождя (мм/мин)* понимается количество осадков, приходящееся на единицу времени их выпадения: $a=x/T$, где x – количество осадков (мм), выпавших за время T (мин).

Дожди с точки зрения эрозионного эффекта наиболее рационально разделить на три группы:

а) *ливни* — короткие и интенсивные дожди продолжительностью не более 2—3 час и средней интенсивностью $a > 10$ мм/час,

б) *ливневые дожди* продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток, со средней интенсивностью, a 2—10 мм/час,

в) *обложные дожди* продолжительностью от 2—3 суток и больше, и со средней интенсивностью, a 1—2 мм/час.

Ливни характерны для засушливых районов и, в частности, для лесостепной и степной зон. Они отличаются большой пестротой и локальностью распределения, охватывая одновременно, как правило, небольшие площади, порядка десятков, реже сотен квадратных километров. Ливни могут быть как конвективного происхождения, т. е. связаны с поднятием теплых воздушных масс в высокие слои атмосферы и их конденсацией, так и фронтального, или внутримассового происхождения. Особенно сильные ливни, дающие за 2 - 3 часа выпадения слой осадков 80—100 мм и образующие суточные максимумы осадков, имеют фронтальное происхождение и распространяются, как правило, на площади порядка десятков, реже сотен или тысяч квадратных километров. Благодаря сравнительно небольшой площади охвата и резкому убыванию интенсивности от центра к периферии, ливни

могут вызвать значительные паводки лишь на малых водотоках с площадью до одного(км²),реже до 1000 (км²).

Ливневые дожди отличаются значительной продолжительностью и интенсивностью и вызываются, как правило, прохождением циклонов.Особенностью дождей является их переменная интенсивность во времени, причем *между интенсивностью ливневых дождей и их продолжительностью существует обратная связь: с увеличением продолжительности дождя уменьшается его интенсивность.*

Интенсивность дождя и количество осадков за весь дождь определяют *эрозионный потенциал дождя* E_D , который, согласно Г.А. Ларионову, равен:

$$E_D = 0.258 \times X \times I_{30} - 0.149, \quad (1)$$

где X – слой дождя мм; I_{30} -максимальная интенсивность дождя за 30-минутный интервал; произведение $X \times I_{30}$ в дальнейшем будем обозначать E_{30} (т.е. $E_{30} = X \times I_{30}$).В отличие от эрозионного потенциала дождя E_D , параметр E_{30} называется *эрозионным индексом ливневых дождей.*

В таблице 4 приводятся сведения о среднемноголетних значениях эрозионных индексов ливневых дождей E_{30} по характерным метеорологическим станциям в земледельческой зоне территории Красноярского края и Хакасии, расчеты И.В. Бабкиной.

Таблица 4 - Эрозионный потенциал (индекс) ливневых дождей E_D (мм²/мин)

| № п/п | Метеостанция | E_{30} (мм ² /мин) |
|-------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Ачинск | 15.3 |
| 2 | Артемовск | 15.2 |
| 3 | Бириллюсы | 11.3 |
| 4 | Бея | 4.2 |
| 5 | Большая Мурта | 5.6 |
| 6 | Красноярск, оп.поле | 25.3 |
| 7 | Кача | 22.5 |
| 8 | Ключи | 13.5 |
| 9 | Минусинск | 2.5 |
| 10 | Солянка | 12.0 |
| 11 | Таштып | 5.1 |
| 12 | Ужур | 19.4 |
| 13 | Шира | 19.5 |
| 14 | Чернореченская | 23.7 |

Эрозионный потенциал талых вод

Известно, что *смыв почвы при снеготаянии* начинается с момента появления проталин. До этого талая вода фильтруется через толщу снега и накапливается под ним, не вызывая смыва. Основную эрозионную работу талые воды производят на заключительном этапе снеготаяния, когда водоотдача из снега достигает максимальных значений, а почва начинает оттаивать с поверхности.

По аналогии с эрозионным индексом дождя, для описания этого явления вводится так называемый *эрозионный потенциал талых вод*, Он определяется как произведение максимального запаса воды в снежном покрове - S , (мм) на интенсивность снеготаяния в часы пик - a_c , (мм/мин) рассчитывается по формуле:

$$E_T = S \times a_c, \quad (2)$$

Интенсивность снеготаяния в часы пик в степной зоне принимается равной 0.20 мм/мин, на юге лесостепи 0.25, в центральной и северной лесостепи и в лесной зоне 0,20 мм/мин. Запасы воды в снежном покрове в пунктах наблюдений обеспеченностью 1%, 25% и средний многолетний по станциям Красноярского края приведены в таблице 5.

В засушливых ядрах степей многолетний средний запас воды в снежном покрове составляет 46-60 мм, в лесной зоне и на склонах возвышенностей он увеличивается до 80 –200 мм. В расчетах потенциального смыва запасы воды в снеге оцениваются по наблюдениям ближайших станций.

Вопросы для самоконтроля по теме 1.2:

1. Что такое климатическая зональность эрозионных процессов, пояснить.
2. Классификационные признаки климата территории РФ, пояснить.
3. Как подразделяются дожди с точки зрения эрозионного эффекта
4. Пояснить, что такое эрозионный индекс осадков.
5. Эрозионный потенциал талых вод, пояснить.

Таблица 5 - Запасы воды в снежном покрове (мм) в пунктах наблюдений

| Пункт | Высота, (м) | S _{25%} , мм | X _{1%} , мм |
|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------|
| Казачинское | 176 | 178 | 62 |
| Енисейск | 77 | 184 | 58 |
| Пировское | 186 | 145 | 62 |
| Тасеево | 160 | 126 | 75 |
| Новобирилюссы | 170 | 111 | 53 |
| Большая Мурта | 180 | 118 | 56 |
| Дзержинское | 188 | 74 | 64 |
| Долгий мост | 257 | 125 | 72 |
| Абан | 246 | 108 | 102 |
| Большой Улуй | 231 | 104 | 61 |
| Тюхтет | 204 | 92 | 61 |
| Сухобузимское | 160 | 70 | 70 |
| Ачинск | 272 | 89 | 89 |
| Боготол | 288 | 113 | 96 |
| Малый Кемчуг | 360 | 145 | 66 |
| Канск | 202 | 50 | 72 |
| Емельяново | 200 | 83 | 72 |
| Солянка | 359 | 85 | 69 |
| Ключи | 346 | 138 | 79 |
| Назарово | 255 | 96 | 69 |
| Красноярск оп.п. | 274 | 78 | 91 |
| Антропово | 262 | 42 | 85 |
| Уяр | 374 | 86 | 58 |
| Шало | 377 | 130 | 69 |
| Ирбейское | 250 | 83 | 81 |
| Шарыпово | 315 | 90 | 58 |
| Балахта | 319 | 88 | 85 |
| Ужур | 386 | 52 | 61 |
| Агинское | 386 | 55 | 57 |
| Светлолобово | 326 | 55 | 71 |
| Колба | 456 | 130 | 67 |
| Артемовск | 473 | 300 | 58 |
| Идринское | 280 | 74 | 68 |
| Курагино | 284 | 100 | 47 |
| Минусинск | 251 | 36 | 60 |
| Казыр (Пономарево) | 410 | 190 | 59 |
| Ермаковское | 300 | 91 | 79 |
| Хакасская | 254 | 29 | 73 |

Практическое занятие2 Изучение данных по климату (гидрологические, метеорологические ежегодники, справочники по климату.)

Задание:

1. Написать краткий климатический очерк по району, согласно, варианта.
2. Рассчитать Эрозионный потенциал осадков E_d по району, согласно варианта по формуле 1, исходные данные приведены в таблице 4
3. Эрозионный потенциал талых вод E_t по району, согласно варианта по формуле 2, исходные данные приведены в таблице 5.

1.3 Почвенные факторы эрозии почв

Чем больше оструктуренность почвы, наличие связанных агрегатов и их высокая водопрочность, тем выше противоэрозионная устойчивость почв.

Эродируемость почв разных типов определяется их физико-химическими и механическими свойствами, биогенностью и другими факторами. *Чем больше в почве гумуса, глинистой фракции, поглощенного кальция и чем меньше карбонатов, пылеватой и мелкопесчаной фракций, тем выше ее противоэрозионная устойчивость.*

Противоэрозионная устойчивость почв *уменьшается* при движении с юга на север с изменением генетических типов почв (от черноземов к серым лесным, дерново-подзолистым и подзолистым). Аналогичная картина наблюдается при переходе от черноземов к каштановым почвам и сероземам.

Подтипы черноземных почв располагаются по снижению противоэрозионной устойчивости в следующем порядке:

| | | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------|
| Черноземы типичные | выщелоченные | оподзоленные | обыкновенные | карбонатные | южные |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------|

Подтипы серых лесных почв в этом же направлении располагаются так:

| | | |
|--------------------|--------------|---------------------|
| Темно-серые лесные | серые лесные | Светло серые лесные |
|--------------------|--------------|---------------------|

В смытых почвах (подверженных эрозии) снижается содержание гумуса и поглощенного кальция, увеличивается содержание карбонатов, что приводит к уменьшению противоэрозионной

стойкости. Например, на сильно смытых черноземах Молдавии смыв почв возрастает в 6 раз по сравнению с несмытыми. Исключение представляют смытые подзолы, у которых обнажается прочный иллювиальный горизонт с повышенным содержанием глинистой фракции и полуторных окислов (R_2O_3).

Смываемость почвы (фактор эродированности) P —один из определяющих факторов эрозии. Под смываемостью понимается количество почвы, смываемой с эталонного участка черного пара при выпадении дождя с эрозионным потенциалом, равным единице.

Смываемость почвы зависит как собственно от сопротивления почвы размыву склоновыми потоками, так и от водопроницаемости, которой при прочих равных условиях определяется величина поверхностного стока. Водопроницаемость почв, как известно, является функцией механического и агрегатного ее состава, содержания гумуса, состава поглощенных оснований, содержания карбонатов. Многие из этих свойств определяют и генетическую принадлежность почвы.

Смываемость зависит также и от влажности почвы, степени ее уплотнения, температурного режима. Особенно большое влияние на смываемость оказывает обработка почвы, состав культур и другие приемы агротехники. Влияние этой группы факторов может быть настолько сильным, что могут затушевываться типологические различия почв по смываемости вплоть до высшего ранга – типа. В связи с этим при средне- и мелкомасштабной оценке смываемости следует ограничиваться типами и подтипами почв с выделением принятых разностей по механическому составу.

Смываемость почвы без учета фактора агротехники и свойств, подверженных сезонным изменениям, определяется в основном количеством гумуса (Γ , %), содержанием песка (0,1—1,0 мм, Φ_K , %), а также пыли и мелкого песка (0,1—0,001 мм, Φ_M , %). Для расчета наиспользуется следующая формула:

$$P = -0.0296 \times U^3 + 0.3537 \times U^2 + 0.2233 \times U + 0.1392, \quad (3)$$

где

$$U = -0.19365 \times \Gamma + 0.042576 \times \Phi_M + 0.011187 \times \Phi_K, \quad (4)$$

Составление карты смываемости проводится на основе информации о генетической принадлежности (вид, род) и механическому составу почв. Для каждого типа или рода почвы и их разностей по

механическому составу собираются сведения о механическом составе пахотного слоя и содержании гумуса. Для этой цели можно пользоваться как фондовыми материалами, так и литературными источниками. Каждую разность желательно охарактеризовать 3—5 разрезами. Причем для супесчаных и легкосуглинистых разностей следует подбирать большее число разрезов, так как изменчивость смываемости легких почв выше, чем тяжелых.

Болотные верховые, болотные низменные, все типы пойменных аллювиальных почв, солончаки и такыры выделяют отдельно и относят к неэрозионноопасным по условиям рельефа, исключая развитие поверхностного смыва. К ним же следует относить и пески, на которых благодаря высокой водопроницаемости исключено образование поверхностного стока. Очевидно, к неэрозионноопасным могут относиться, кроме перечисленных, и другие типы гидроморфных почв, занимающие пониженные элементы рельефа. Однако в каждом конкретном случае необходимо приближенно оценивать возможный смыв с учетом всех остальных факторов эрозии и только потом относить их к категориям неэрозионноопасных. Затем делается расчет содержания фракций песка (1,0—0,1 мм), мелкого песка и пыли (0,01—0,001 мм).

Так как фракция 0,1—0,05 мм (мелкий песок), согласно наиболее распространенной методике А. Н. Качинского, отдельно не определяется, то ее необходимо выделить из фракции 0,25—0,05 мм. Согласно исследованиям, проведенным в Проблемной лаборатории эрозии почв в русловых процессах МГУ, доля частиц 0,1—0,05 мм во фракции 0,25—0,05 мм составляет в легких почвах 50%, в тяжелых на моренных суглинках—80% и в тяжелых почвах на лессовидных суглинках—95%.

Для каждого типа или рода почвы, выделенных на карте, проводятся несколько (3—5) определений смываемости и среднее из них записывают в соответствующие контуры на карте. Весь диапазон величин смываемости желательно распределить на классы с шагом 0,2 единицы и объединить смежные контуры, если по величине смываемости они попадают в один класс. Так составляется карта смываемости почв.

Как показывает опыт работ по оценке эрозионной опасности земель, смываемость почв изменяется от 0,8 (тяжелосуглинистые тучные черноземы) до 2,5—3,0 т/га (светло-каштановые и дерново-подзолистые почвы).

Основные факторы почвозащитной роли растительного покрова.

1. Густая растительность предохраняет почву от ударов капель дождя, разрушающих почвенные агрегаты, и от воздействия ветра.

2. Во время дождя или снеготаяния, при отсутствии или слабом развитии растительности, поверхность почвы заплывает грязью, которая закупоривает почвенные поры. Закупорка пор прекращает фильтрацию воды, что усиливает поверхностный сток и, следовательно, водную эрозию. Растительность, благодаря рыхлящему действию корневой системы, увеличивает водопроницаемость почвы, предохраняет ее поверхность от заплывания грязью, тем самым ослабляет водную эрозию.

3. Растительный покров создает шероховатость, что уменьшает скорость течения воды и интенсивность водной эрозии.

4. Корневая система закрепляет почву, армирует ее, уменьшая вынос частиц почвы водой и ветром.

Наибольший почвозащитный эффект дает *лесная растительность*. Важную роль играет *лесная подстилка*, – поверхностный горизонт почвы в лесу, образуемый продуктами разложения опада – листьев, хвои, мелких веточек, кусков коры. При мощности 6 – 9 см, лесная подстилка способна удержать 60 мм слоя воды. Она предохраняет почвенные поры от заплывания и поддерживает высокую инфильтрационную способность почвы. С удалением подстилки поверхностный сток в лесу возрастает в 6 - 10 раз.

За счет затенения и ветровой защиты, лес снижает интенсивность снеготаяния и, следовательно, – интенсивность поверхностного стока.

Мощная корневая система деревьев разрыхляет почву и одновременно укрепляет, «армирует» ее.

Многолетние травы густым надземным покровом прекращают эрозию и восстанавливают плодородие эродированных почв. Бобово-злаковые смеси (клевер, люцерна, тимофеевка, овсяница и др.) обогащают почву азотом, усваиваемым из воздуха клубеньковыми бактериями, размножающимися в их корневой системе. Противозерозионный эффект от многолетних трав резко возрастает с увеличением густоты травостоя. При проективном покрытии 80 – 90 % эрозия прекращается полностью. При покрытии 60 – 70 % эрозия становится заметной, а при 50 – 40 % – значительной.

Однолетние культуры сплошного сева (пшеница, рожь и др.) по степени противоэрозионной защиты стоят после многолетних трав. Озимые колосовые защищают лучше, чем яровые. Пропашные культуры (междурядья 45 – 90 см) защищают от эрозии еще меньше, особенно в начале вегетационного периода. Роль пропашных культур неодинакова в зависимости от расположения междурядий – вдоль или поперек склона. В первом случае эрозия в 100 – 1000 раз больше.

Почвозащитная роль различных культур зависит от фазы их развития: чем больше зеленая масса растений, лучше развита их корневая система, полнее проективное развитие почвы, тем надежнее защита от эрозии.

Вследствие развития эрозионных процессов образуется комплекс смытых и намывных почв. По своим свойствам эти почвы отличаются от несмытых. Эродированными (смытыми или дефлированными) называются почвы, потерявшие верхнюю часть профиля под влиянием процессов эрозии. Для таких почв характерно пониженное содержание гумуса и других питательных веществ, а также уменьшение способности противостоять размыву или раздуванию, см. таблица 6.

Таблица 6 - Потеря гумуса смытых почв

| Категория почв | Потеря гумуса относительно несмытых почв, % |
|---------------------|---|
| слабосмытые | 10 – 20 |
| среднесмытые | 20 – 50 |
| сильносмытые | 50 – 70 |
| очень сильно смытые | более 70% |

С увеличением степени смытости изменяется окраска почв, при этом пахня приобретает буроватый оттенок. Такие почвы отличаются повышенным содержанием песка, снижением водопрочности структуры и плотности. Это приводит к уменьшению водопроницаемости почв.

Для эродированных почв характерна деградация биоты. Так, для слабой, средней и сильной степени смытости почв масса червей уменьшается соответственно в 1.6; 2,2 и 2.6 раза по сравнению с несмытыми почвами. Наблюдается также уменьшение численности микроорганизмов в 2 раза и более. Все это влияет на способность почв к самовосстановлению, и не может не сказаться на урожае, см. таблица 7.

Классификация дефлированных почв строится на той же основе см. таблица 8, что и смытых, но при этом учитывается гранулометрический состав почвы и степень погребенности. Разрушение легких почв под воздействием ветра происходит быстрее, чем тяжелых. Для легких почв характерно также большая мощность эоловых отложений, т.е. большая степень погребенности.

Таблица 7 -Снижение урожайности с/х культур различных групп в зависимости от степени смытости

| Группы % | Снижение урожайности в зависимости от смытости | | |
|--|--|--------------|--------------|
| | смытые | Среднесмытые | Сильносмытые |
| 1. Высокотребовательные (свекла, хлопок, овощные, бахчевые, подсолнечник, картофель, морковь, табак, конопля, мак, пшеница, просо, кукуруза) | 10 – 30 | 30 – 70 | 70 - 90 |
| 2. Среднетребовательные (ячмень, гречиха, сорго, зернобобовые, однолетние травы) | 5 – 15 | 30 – 55 | 40 – 70 |
| 3. Малотребовательные (овес, озимая рожь, многолетние травы) | 5 – 10 | 15 – 40 | 25 – 55 |

Таблица 8 - Классификация дефлированных почв

| Категория почв | Слой сдутой почвы % | Погребенность, см в % от мощности плодородного слоя |
|---------------------|---------------------|---|
| Слабая | 25 | менее 5 |
| Средняя | 25 – 50% | 5 – 10 |
| Сильная | 50 – 70% | 10 - 25 |
| Очень сильная | 70 – 100% | 25 – 50 |
| Чрезвычайно сильная | более 100% | более 100 |

Для восстановления утраченного плодородия эродированные почвы необходимо усиленно удобрять в первую очередь органическими удобрениями. При этом, чем сильнее степень эродированности, тем больше отдача почвы от внесения удобрений. Для того, чтобы восстановить почвенное плодородие, в почву необходимо внести в 3 – 4 раза больше органического вещества, т.к. гумифицируется не более 30% внесенного в почву навоза. Весьма эффективны в этом случае и сидераты – зеленые удобрения: горох, бобы, люцерна и др. На эродированных почвах необходимо также вносить повышенное

количество минеральных удобрений, очень эффективной мерой является известкование.

Наиболее радикальной мерой для улучшения свойств почв является гумусовая мелиорация (землевание), материал для которого берут на участках с намытыми почвами: подножья склонов, днищ балок и оврагов, пойм малых рек, илистых отложений прудов и др.

Рельеф как фактор эрозии

Формы рельефа, перепады высот и уклоны местности определяют направление и скорость движения воды и воздушных приземных потоков. От угла наклона склона зависит величина составляющей силы тяжести, направленной параллельно поверхности склона.

Зависимость для количественной оценки показателя эрозионного потенциала рельефа, предложенная американскими исследователями, имеет вид:

$$P = \left[\frac{L}{22,13} \right]^m (0.065 + 0.045i + 0.0065i^2), \quad (5)$$

где L – длина склона или участка склона в метрах; i – уклон в %; m – параметр.

Уишмайер и Смит предлагают следующие значения m :

$m=0,5$; если крутизна склона $\geq 5^\circ$

$m=0,4$, если крутизна $< 5^\circ$ и $\geq 3.5^\circ$,

$m=0,3$, если крутизна $< 3.5^\circ$ и $\geq 1^\circ$

$m=0,2$; если крутизна $< 1^\circ$.

Φ – показатель формы склона: для прямых склонов $\Phi=1$, для выпуклых $\Phi=1,5$, для вогнутых $\Phi=0,5$.

Под L понимается расстояние вдоль линии тока от водораздела до заданной точки на склоне (линии тока проводятся перпендикулярно горизонталям). L может охватывать весь склон, заканчиваясь у днища ложбины, балки, поймы реки, бровки оврага, либо занимать часть склона в пределах какого-либо одного типа угодья (пашня, сенокос, пастбище). Отрезок L всегда должен начинаться от водораздела или искусственного рубежа стока (профилированная дорога, канава, лесная полоса и т. д.).

С ростом расстояния от водораздела (L) возрастает площадь вышерасположенной части склона (площадь водосбора), и,

следовательно, объем стока воды. По этой причине параметр L является важным фактором эрозионного потенциала рельефа.

Для определения P на склоне участка строится линия тока, которая проводится от наиболее высокой точки к низшей перпендикулярно горизонтали. Затем линия тока разбивается на отрезки 100 м длины, для которых определяется уклон и форма склона. Уклон – отношение превышения начала отрезка над концом (h) к длине отрезка (L), выраженное в градусах, определяется по формуле:

$$i = \left(\frac{h}{L}\right) \times 100 \quad (6)$$

Для расчета эрозионного потенциала рельефа длины отрезков берутся с нарастающим итогом, а уклоны осредняются, т.е.

$L1'=L1$, $L2'= L1+L2$, $L3'= L1+L2+L3\dots$; $i1'= i1$, $i2'=(i1+i2)/2$, $i3'=(i1+i2+i3)/3\dots$

Согласно, оценка эрозионного потенциала рельефа для территории всего хозяйства или района выполняется на основе морфологического или геоморфологического районирования территории, отбора крупномасштабных карт (1: 25 000 или 1: 10000), морфометрических измерений и их обработки. Завершающий этап составления карты районирования исследуемой территории по эрозионному потенциалу рельефа. Для геоморфологического районирования можно использовать существующие геоморфологические карты, в том числе и более мелкого масштаба, в частности, – книгу «Геоморфологическое районирование СССР» (М., Высшая школа, 1980). Если позволит масштаб, то в пределах геоморфологических районов желательно выделить ареалы по преобладающим уклонам. Так, на возвышенностях это могут быть широкие водораздельные пространства и их периферические части и т. д.

Для каждого геоморфологического (морфологического) района по регулярной сетке отбирают крупномасштабные карты. Плотность выборки зависит от расчлененности рельефа и площади района. На топографических картах отдельно на пашне и кормовых угодьях намечают точки, равноудаленные одна от другой. Число (плотность) точек на листе должно быть таким, чтобы в целом по геоморфологическому (морфологическому) району набралось 400—600 измерений (400 для равнинных районов, 600 — для возвышенных). На

отобранных картах измеряют длину и крутизну склонов, т.е. основных параметров, определяющих эрозионный потенциал рельефа по формуле 5. После завершения морфометрических измерений распределяют значения эрозионного потенциала рельефа по классам с шагом 0,25 для пашни и 1,0—для естественных кормовых угодий. Затем рассчитывается процентное распределение площади земель (пашни, естественных кормовых угодий) по классам эрозионного потенциала рельефа.

Вопросы для самоконтроля по теме 1.3:

1. Какие свойства почв влияют на их эрозионную стойкость, пояснить.
2. Показатель смываемости почвы, пояснить
3. Основные факторы почвозащитной роли растительного покрова, пояснить.
4. Смытые (дефлированные) и намывные (погребенные) почвы, содержание в них гумуса и влияние на урожайность, пояснить.
5. Как восстановить плодородие эродированных почв, пояснить.

Практическое задание 3 Изучение почвенных карт

Задание:

1. Изучить, копию почвенно-эрозионной, геоботанической карт.
2. Определить тип почвы, характер растительного покрова.
3. Написать краткий очерк эрозионной опасности района согласно варианта.
4. Выполнить расчет эродированности (смываемости почвы) по формулам 3, 4 района, согласно варианта, исходные данные приведены в таблице 9.

Практическое задание 4 Определение крутизны, длина, форма, экспозиция склонов, глубины местных базисов эрозии, расчлененность территории оврагами, промоинами

Задание:

1. Провести линии тока, на рабочих участках (на топографической карте) согласно варианту, разбить линии тока на отрезки 100 м длины, определить уклон по формуле 6, определить форму склона, результаты расчетов поместить в таблицу 10.
2. Определить эрозионный потенциал рельефа P по формуле 5, на каждом 100 отрезке на рабочих участках.

Таблица 9 - Гранулометрический состав почвы для административных районов Красноярского края

| Административные районы | Гумус в % | Крупный песок (0.1-1.0мм) в % | Мелкий песок (0.001-0.1 мм) в % |
|-------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|
| Абанский | 1.0 | 5 | 80 |
| Ачинский | 0.8 | 8 | 75 |
| Балахтинский | 1.6 | 6 | 77 |
| Березовский | 1.5 | 8 | 75 |
| Боготольский | 0.5 | 8 | 75 |
| Большемуртинский | 0.8 | 4 | 82 |
| Большеулуйский | 3.0 | 5 | 85 |
| Дзержинский | 2.5 | 5 | 80 |
| Емельяновский | 1.5 | 8 | 75 |
| Ермаковский | 2.1 | 4 | 82 |
| Идринский | 1.1 | 4 | 82 |
| Иланский | 1.5 | 5 | 80 |
| Ирбейский | 2.9 | 6 | 77 |
| Канский | 3.0 | 8 | 75 |
| Каратузский | 0.8 | 5 | 80 |
| Краснотуранский | 1.1 | 4 | 82 |
| Курагинский | 0.3 | 4 | 82 |
| Манский | 1.5 | 8 | 75 |
| Минусинский | 3.1 | 4 | 82 |
| Назаровский | 0.5 | 8 | 75 |
| Новоселовский | 2.5 | 6 | 77 |
| Партизанский | 0.9 | 6 | 77 |
| Рыбинский | 0.5 | 8 | 75 |
| Саянский | 3.1 | 4 | 82 |
| Сухобузимский | 2.5 | 8 | 75 |
| Ужурский | 1.8 | 6 | 77 |
| Уярский | 0.5 | 8 | 75 |
| Шарыповский | 1.8 | 6 | 77 |
| Шушенский | 3.1 | 4 | 82 |

Таблица 10 – Исходные данные для расчета эрозионный потенциал рельефа

| № отрезка | L длина отрезка | H ₁ отметка начала отрезка | H ₂ отметка конца отрезка | h =H ₁ -H ₂ | i _{уклон} формула (6) |
|-----------|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | |

Тема 2 Водная эрозия

2.1 Плоскостная эрозия

Понятие потенциального смыва

Для количественной оценки показателя интенсивности водной эрозии используется величина *потенциального смыва*, под которым понимается смыв почвы в условиях чистого пара, выраженный в (т/га) в год. Наиболее распространенный метод прогнозирования потенциального смыва базируется на использовании Универсального уравнения, имеющего следующий вид:

$$\mathcal{E}_п = E \times П \times P, \quad (7)$$

где $\mathcal{E}_п$ - потенциальный смыв от дождевых ($\mathcal{E}_п = \mathcal{E}_д$) или талых ($\mathcal{E}_п = \mathcal{E}_т$) вод; E - эрозионный индекс осадков ($E = E_д$ - для дождей (ливней); $E = E_т$ - для талых вод); $П$ - эродлируемость почв т/га на единицу эрозионного индекса осадков; P - эрозионный потенциал рельефа. Соответственно, формула для расчета потенциального смыва от ливневых (дождевых) вод имеет вид:

$$\mathcal{E}_д = E_д \times П \times P, \quad (8)$$

формула для расчета потенциального смыва от талых вод имеет вид:

$$\mathcal{E}_т = E_т \times П \times P, \quad (9)$$

где E_{30} – эрозионный потенциал дождя, подробно см. тема 1.3; эродлируемость (смываемость) почв $П$ - это количество эродлируемой почвы (т/га) на единицу эрозионного потенциала осадков, подробно см. тема 1.3; влияние рельефа на потенциальный смыв земель характеризует показатель P , подробно см. тема 1.3;

Универсальное уравнение было разработано в США с целью прогноза годовой потери почвы в результате эрозии в промоинах и в пространстве между промоинами. Для оценки реальных потерь почвы в формулу 7 вводятся понижающие коэффициенты, учитывающие защитную роль сельскохозяйственных культур, противоэрозионные агротехнические приемы, защитную роль севооборота. При имеющихся значениях параметров можно определить альтернативы системы ведения хозяйства и земледелия, что даст возможность снизить расчетные потери почвы до определенного допустимого уровня, установленного для данного типа почвы. Универсальное уравнение, может быть использовано в следующих целях:

1) прогнозирование среднегодовых потерь почвы со склона в полевых условиях при специфическом использовании данных угодий;

2) разработка систем ведения растениеводства и организации хозяйства, а также противоэрозионных мероприятий для определенных почв и склонов;

3) прогнозирование изменений в потерях почвы в результате изменений в системе растениеводства и системе противоэрозионных мероприятий на определенном поле;

4) разработка системы охраны и правильного использования почвы или для определения возможности изменения ее для обеспечения более интенсивного земледелия;

5) расчет потерь почвы на землях, используемых вне сферы сельского хозяйства

Вопросы для самоконтроля по теме 2.1:

1. Что такое потенциальный смыв, пояснить
2. Общий вид универсального уравнения смыва. Назвать факторы (показатели) эрозии, входящие в универсальное уравнение.
3. Понятие эрозионный потенциал осадков, пояснить
4. Понятие эродируемость (смываемость) почв, пояснить.
5. Каким уравнением описывается влияние рельефа на потенциальный смыв земель, привести.

Практическое задание 5 Определение величины потенциального смыва для стока от талых и дождевых вод.

Задание:

1. Рассчитать потенциальный смыв земель от стока ливневых (дождевых) вод, см. формула 8.
2. Рассчитать потенциальный смыв земель от стока талых вод, см. формула 9.
3. Результаты расчетов привести в таблицу 11

Таблица 11 – Результаты расчета потенциального смыва земель

| №отрезка | i | L | Ф | P | П | E _д | Э _д | S _{25%} | E _т | Э _т | Э _о =Э _д +Э _т |
|----------|---|---|---|---|---|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|--|
| | | | | | | | | | | | |

2.1.1 Планирование противоэрозионных мероприятий на основе расчетов потенциального смыва от стока ливневых и талых вод.

Противоэрозионные мероприятия осуществляются с учетом класса эрозионной опасности см. таблица 1, тема 1. Противоэрозионные мероприятия должны обеспечить смыв почвы ниже допустимых значений. Во всех районах, подверженных эрозии почв, большое значение имеют почвозащитные *севообороты*, а также посевы сельскохозяйственных культур между кулис из высокостебельных растений. Необходимость противоэрозионных мероприятий определяется путем сравнения потенциального смыва, показывающего, сколько почвы смывается с расчетных участков, и допустимого смыва, характеризующего величину естественного почвообразовательного процесса.

Допустимый смыв (D_c) – это количество смываемой почвы с единицы площади, которое соответствует скорости естественного почвообразовательного процесса. Величина допустимого смыва зависит от типа почв и степени их смытости (т/га) см. таблица 12.

Таблица 12 - Допустимый смыв

| Почвы | Несмытые и слабосмытые | Средне-смытые | Сильно-смытые |
|--|------------------------|---------------|---------------|
| Дерново-подзолистые, серые и светло-серые лесные | 2.0 | 1.5 | 1 |
| Темно-серые лесные, бурые лесные, черноземы выщелоченные, оподзоленные, черноземы обыкновенные | 2.5 | 2.0 | 1.5 |
| Черноземы мощные, типичные | 3.0 | 2.5 | 2.0 |
| Черноземы южные, темно-каштановые и коричневые почвы | 2.0 | 1.5 | 1.0 |
| Каштановые и светлокаштановые, бурые полупустынные, сероземы | 1.5 | 1.0 | 0.5 |

Примечание: Для подзолистых и дерново-подзолистых почв допустимый смыв принимается 1.5; 2.0; 1.0 т/га.

Пример расчета:

Определим класс эрозионной опасности и необходимость проведения противоэрозионных мероприятий путем сравнения потенциального смыва, показывающего, сколько почвы смывается с расчетных участков, и допустимого смыва, характеризующего величину естественного почвообразовательного процесса. Если почвы за год восстанавливаются больше, чем смываются ($D_c > Э_{д(т)}$), тогда специальные противоэрозионные мероприятия (ПЭМ) не

нужны. Они проводятся в том случае если $D_c < \mathcal{E}_{д(т)}$. Расчеты приводятся в таблице 13.

Таблица 13 - Определение классов эрозионной опасности земель и необходимости проведения комплекса противоэрозионных мероприятий.

| № участка | D_c | $\mathcal{E}_д$ | Класс ЭО | Необх ПЭМ | $\mathcal{E}_т$ | Класс ЭО | Необх ПЭМ | $\mathcal{E}_о$ | Класс ЭО | Необх ПЭМ |
|-----------|-------|-----------------|----------|-----------|-----------------|----------|-----------|-----------------|----------|-----------|
| 1 | 2 | 6,3 | 2 | + | 10 | 2 | + | 16,3 | 3 | + |
| 2 | 2 | 5,2 | 2 | + | 8,6 | 2 | + | 13,8 | 3 | + |
| 3 | 2 | 1,4 | 1 | - | 2,3 | 1 | + | 3,7 | 2 | + |

Примечание: ЭО – эрозионная опасность.

Земледелие, основные понятия. Севооборот.

Земледелие – отрасли сельскохозяйственного производства, основанные на рациональном использовании земли с целью выращивания сельскохозяйственных культур.

Одной из задач земледелия является правильное использование плодородия почв с таким размещением возделываемых растений, при котором они могли бы создавать наибольшее количество органического вещества, а с каждого гектара можно было получить высокие устойчивые урожаи всех сельскохозяйственных культур с необходимым качеством.

Для формирования урожая сельскохозяйственные культуры потребляют из почвы различное количество азота, фосфора, калия, кальция, других зольных элементов и в разном их соотношении. Культуры, по разному влияют, на строение, структуру, плотность, водный режим почвы и ее устойчивость к водной и ветровой эрозии. Не одинаково реагируют на сорные растения и болезни. У сельскохозяйственных культур разные сроки посева и уборки урожая. Для этого необходимо чередовать сельскохозяйственные культуры во времени и на полях. Эта система чередования называется севооборотом.

Севооборот это - научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур (в том числе и чистого пара) во времени и на полях

В основе севооборота лежит научно обоснованная структура посевных площадей, которая разрабатывается в соответствии со специализацией хозяйства и планом продажи сельскохозяйственных продуктов.

Структура посевных площадей (количество пашни, занимаемой той или иной культурой в гектарах и процентах от общей площади пашни севооборота) определяет ежегодное размещение культур по площади, а севооборот – чередование их (при необходимости и чистого пара) во времени (по годам) и в пространстве (по полям).

Чередование в пространстве означает одновременное размещение сельскохозяйственных культур по полям и прохождение их через все поля за определенное время. Чередование во времени – смена различных культур на одном и том же поле по годам. Для этого пашню, на которой будет размещен севооборот, разбивают на одинаковые по площади поля.

Севообороты различаются по хозяйственному назначению, соотношению возделываемых в них культур, воздействию на почву и числу полей. Современная классификация подразделяет севообороты на типы и виды.

В настоящее время выделяют три типа севооборотов: полевые, кормовые и специальные.

Полевые севообороты – те, в которых более половины всей площади отводится для возделывания зерновых, технических полевых культур и картофеля.

Кормовые севообороты – те, в которых более половины всей площади занимают кормовые культуры.

Специальные севообороты – те, в которых размещаются культуры, требующие специальных условий и агротехники возделывания.

Основным типом являются полевые севообороты, они располагаются на любых почвенных разностях в каждом подразделении хозяйства: отделении, ферме, бригаде.

Кормовые севообороты в зависимости от места расположения и состава культур делят на два подтипа: прифермские и сенокосно-пастбищные.

Прифермские севообороты размещают вблизи животноводческих ферм и предназначают для производства трудоемких и малотранспортабельных сочных, силосных и зеленых кормов. Сенокосно-пастбищные севообороты используют для выращивания многолетних, однолетних трав на сено и для пастбища.

Особое место среди специальных севооборотов занимают почвозащитные севообороты. Их назначение – защита почвы от

водной или ветровой эрозии при одновременном производстве продовольственной технической или кормовой продукции.

Культуры севооборота бывают зерновые, зернобобовые, кормовые, технические, пары.

Зерновые культуры — важная группа возделываемых растений, дающих зерно, основной продукт питания человека, сырьё для многих отраслей промышленности и корма для сельскохозяйственных животных. Зерновые культуры подразделяются на хлебные и зернобобовые. Большинство хлебных зерновых культур (пшеница, рожь, рис, овёс, ячмень, кукуруза, сорго, просо, и др.) принадлежит к ботаническому семейству злаков; гречиха — к семейству гречишных. Бобовые зерновые культуры — горох, фасоль, соя, вика, чечевица, бобы и др.

Кормовые культуры — однолетние, двулетние и многолетние растения, выращиваемые для скармливания сельскохозяйственным животным. К кормовым культурам относятся: кормовые травы; корнеплоды и клубнеплоды; кормовые бахчевые культуры; силосные и зернофуражные культуры. Из кормовых трав выращивают однолетние и многолетние травы семейства бобовых и злаков; из кормовых корнеплодов выращивают брюкву, морковь кормовую, свёклу кормовую, полусахарную и сахарную, турнепс; из кормовых клубнеплодов выращивают картофель (сорта кормового направления), земляную грушу; из кормовых бахчевых культур — арбуз кормовой, кабачки, тыкву; из силосных культур — кукурузу, подсолнечник, кормовую капусту, земляную грушу, горчицу белую, рапс озимый. На зелёный корм (реже на сено) выращивают также зернобобовые культуры (горох, соя, чечевицу) и зерновые (рожь, овёс, ячмень, просо). Для получения фуражного зерна используют из зернобобовых культур вику, бобы конские, горох, пелюшку, люпин кормовой; из зерновых — овёс, ячмень, кукурузу, сорго, чумизу, африканское просо и др.

Технические культуры — растения, которые используют как сырьё для различных отраслей промышленности. В зависимости от получения из них того или иного продукта подразделяются на несколько групп. Крахмалоносные культуры содержат крахмал в клубнях (картофель, батат яме и др.), сахароносные растения содержат сахар в стеблях (сахарный тростник, сахарный клён и др.), корнеплодах (сахарная свёкла), соцветиях (сахарная и винная пальмы). У масличных культур, масла растительные накапливаются в семенах и плодах

(подсолнечник, арахис, соя, клещевина, рапс, кунжут, горчица, лён масличный, кокосовая и масличная пальмы, маслина, тунг и др.), у эфирномасличных культур эфирные масла, в надземной части (мята, герань, базилик евгенольный и др.), цветках (роза эфирномасличная, лаванда, тубероза, сирень и др.), плодах (кориандр, анис, фенхель и др.), корнях и корневищах (ветиверия, ирис и др.). Прядильные, в том числе лубяные культуры, содержат Волокна текстильные в стеблях (лён-долгунец, джут, кенаф, конопля и др.), листьях (новозеландский лён и др.), семенах (хлопчатник).

Пар в земледелии — поле, оставляемое на одно лето не засеянным. *Существует три основных вида паров* — чистый, занятый и полупар. *Чистый пар* подразделяется на чёрный, ранний и поздний (чёрный и ранний могут быть кулисными). *Занятый пар* бывает сплошным, пропашным и сидеральным.

Пропашные культуры объединены в одну группу по способу возделывания. Это определяет их специфическое влияние на почву и урожай последующих культур. Группа пропашных представлена большим разнообразием культур, которые возделывают ширококорядно. В течение их вегетации осуществляют междурядные обработки почвы, вносят минеральные удобрения, уничтожают сорняки; на орошаемых землях с помощью поливов для них создают оптимальный водный режим. Среди пропашных культур есть и зерновые, и кормовые, и технические, и зернобобовые культуры. Значительное место среди пропашных культур занимают корне- и клубнеплоды — сахарная свекла, картофель, столовые корнеплоды (свекла, морковь), кормовые корнеплоды (свекла, турнепс, морковь), кукуруза на силос или на зерно подсолнечник и др.

В каждом хозяйстве разработаны системы севооборотов и структуры посевных площадей в учебных целях соотношение культур в севообороте в % приведено в таблице 14.

Что бы проверить, насколько правильно спланированы севообороты с учетом эрозионной опасности для этого необходимо вычислить комплексный коэффициент севооборота (C_k) на расчетных участках отдельно для ливневых и талых вод по формуле:

$$C_k = \frac{(\sum_{i=1}^n C_i \times F_i)}{100} \quad , \quad (10)$$

где: C_i – коэффициент защитной роли культуры в севообороте см. таблица 15 отдельно для дождевых и талых вод ; F_i - площадь в(%), занятая культурой см. таблица 14; n – количество культур.

Пример расчета формула 10 на примере потенциального смыва от ливневых(дождевых вод):

| | | | |
|------------------|----------------|----------------|-------------------|
| Культура | F_i (табл14) | C_i (табл15) | $C_i \times F_i$ |
| Зерновые | 50 | 0.5 | 25 |
| Многолетниетравы | 11 | 0.03 | 0.33 |
| пропашные | 19 | 0.7 | 13.3 |
| пар | 20 | 1 | 20 |
| | | | Σ 58.6/100 |

Таблица 14- Соотношение культур в севообороте в %

| № п/п | Административные районы | Состав севооборотов | | | | | |
|-------|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-----|-----------------|----------------|
| | | Зерновые | Многолетние травы | пропашные | пар | Зерновые +травы | Пропашные +пар |
| 1 | Абанский | 50 | 11 | 19 | 20 | 61 | 39 |
| 2 | Ачинский | 55 | 12 | 19 | 14 | 67 | 33 |
| 3 | Балахтинский | 54 | 13 | 18 | 15 | 67 | 33 |
| 4 | Березовский | 56 | 10 | 20 | 14 | 66 | 34 |
| 5 | Боготольский | 55 | 15 | 18 | 12 | 70 | 30 |
| 6 | Большемуртинский | 54 | 10 | 17 | 19 | 64 | 36 |
| 7 | Большеулуйский | 55 | 10 | 15 | 20 | 65 | 35 |
| 8 | Дзержинский | 55 | 12 | 14 | 19 | 67 | 33 |
| 9 | Емельяновский | 50 | 11 | 19 | 20 | 61 | 39 |
| 10 | Ермаковский | 53 | 14 | 19 | 14 | 67 | 33 |
| 11 | Идринский | 54 | 13 | 18 | 15 | 67 | 33 |
| 12 | Иланский | 57 | 9 | 20 | 14 | 66 | 34 |
| 13 | Ирбейский | 55 | 15 | 13 | 12 | 70 | 30 |
| 14 | Канский | 54 | 10 | 17 | 19 | 64 | 36 |
| 15 | Каратузский | 55 | 10 | 15 | 20 | 65 | 35 |
| 16 | Краснотуранский | 55 | 12 | 14 | 19 | 67 | 33 |
| 17 | Курагинский | 50 | 11 | 18 | 21 | 61 | 39 |
| 18 | Манский | 55 | 12 | 19 | 14 | 67 | 33 |
| 19 | Минусинский | 54 | 13 | 17 | 16 | 67 | 33 |
| 20 | Назаровский | 56 | 10 | 20 | 14 | 66 | 34 |
| 21 | Новоселовский | 55 | 15 | 18 | 12 | 70 | 30 |
| 22 | Партизанский | 52 | 12 | 17 | 19 | 64 | 36 |
| 23 | Рыбинский | 55 | 10 | 14 | 21 | 65 | 35 |
| 24 | Саянский | 55 | 12 | 14 | 19 | 67 | 33 |
| 25 | Сухобузимский | 50 | 11 | 19 | 20 | 61 | 39 |
| 26 | Ужурский | 55 | 12 | 19 | 14 | 67 | 33 |
| 27 | Уярский. | 54 | 13 | 18 | 15 | 67 | 33 |
| 28 | Шарыповский | 56 | 10 | 20 | 14 | 66 | 34 |
| 29 | Шушенский | 54 | 16 | 18 | 12 | 70 | 30 |

Таблица 15 -Значение коэффициента защитной роли сельскохозяйственных культур в случае смыва почвы от ливней (C_d) и от талых вод (C_T).

| Культура | C_d | C_T |
|---|-------|-------|
| Пар чистый (зябь) | 1,0 | 1,0 |
| Сахарная свекла | 0,8 | 1,0 |
| Картофель | 0,7 | 1,0 |
| Подсолнечник, кукуруза на силос | 0,6 | 1,0 |
| Яровые зерновые | 0,5 | 1,0 |
| Зернобобовые | 0,4 | 1,0 |
| Озимые зерновые | 0,3 | 0,5 |
| Многолетние травы первого года пользования | 0,05 | 0,3 |
| Многолетние травы второго года пользования | 0,03 | 0,2 |
| Многолетние травы третьего года пользования | 0,01 | 0,1 |
| Стерня или плоскорезная зябь | - | 0,6 |

Определим необходимость изменения состава севооборотов на расчетных участках с учетом эрозионной опасности от стока дождевых, и талых вод см. таблица 16

Таблица 16 - Изменение состава севооборотов с учетом эрозионной опасности земель

| № | D_c | Δ_d | D_c/Δ_d | C_k | Необх. изменения в составе севооборотов | Состав севооборотов | | | C_k таблица 17 | $\Delta_{ост} = \Delta_d C_k$ | Необходимость дополнительных ПЭМ |
|---|-------|------------|----------------|-------|---|---------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | | | | | | Зерн + травы | Пропашные + пар | Мног. о.л. травы | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 2 | 6,3 | 0,32 | 0,57 | + | 67 | 33 | 12 | | 3,6 | + |
| | | | | | | 80 | 20 | 30 | 0,32 | 2,02 | - |
| 2 | 2 | 5,2 | 0,38 | 0,57 | + | 67 | 33 | 12 | | 2,96 | + |
| | | | | | | 70 | 30 | 30 | 0,39 | 2,03 | - |

Пояснения к таблице 16:

Отношение D_c/Δ_d показывает максимально допустимое значение коэффициента защитной роли севооборота (C_k), позволяющего избежать эрозионной опасности. Если $D_c/\Delta_d < C_k$, значит, такой состав севооборотов не удовлетворяет условиям защиты почвы от водной эрозии, и его нужно менять. Знак (+) в 6-ом столбце для обоих участков показывает необходимость изменения состава севооборотов. В 7-10 столбцах приводятся проценты площадей, занятых культурами в настоящее время. Величина остаточного смыва ($\Delta_{ост}$) в 12 -ом столбце рассчитывается как произведение $\Delta_d \cdot C_k$. Необходимость проведения дополнительных противозерозионных мероприятий, кроме изменения состава севооборотов (13-тый столбец), определяется отношением между величинами остаточного и допустимого смыва: если $D_c > \Delta_{ост}$, то дополнительные ПЭМ не нужны (знак -), если $D_c < \Delta_{ост}$, то нужны (знак +).

При необходимости изменения состава севооборотов (в 6-ом столбце знак +), используются данные табл. 6. Для этого в табл. 6 выбираются значения C_k (табл. 17) таким образом, чтобы C_k (табл. 17) $\leq C_k$. Величина C_k (табл. 17) записывается в следующей строке в 11-ом столбце. Заполняются 7-10 столбцы данными из табл. 6 проценты площадей, занятых культурами при новом C_k (табл. 17). Остаточный смыв ($\Delta_{ост}$)

в 12 –ом столбце для нового севооборота рассчитывается как произведение $\Delta_d \cdot C_k$ (табл. 17). Необходимость проведения дополнительных противоэрозионных мероприятий, (13-тый столбец), определяется отношением между величинами остаточного и допустимого смыва: если $D_c > \Delta_{ост}$, то дополнительные ПЭМ не нужны (знак -), если $D_c < \Delta_{ост}$, то нужны (знак +).

По результатам 13-того столбца (знак-) означает необходимость проведения дополнительных противоэрозионных мероприятий. Кроме перепланирования севооборотов (увеличение доли трав и зерновых за счет уменьшения площади пропашных, пара и зяби), в случае эрозионной опасности применяются дополнительные противоэрозионные агротехнические приемы обработки почв.

Таблица 17 - Значения защитной роли севооборота и агротехники (С) на склонах. Кормовые севообороты.

| Состав севооборота | % от общей площади севооборота | В т.ч. при удельном весе трав | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|------|---------------|------|------|------|
| | | Однолетние % | | | Многолетние % | | | |
| | | 10 | 20 | 30 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| Зерновые+ травы | 100 | 0.30 | 0.28 | 0.26 | 0.27 | 0.25 | 0.23 | 0.21 |
| Зерновые+ травы, Пропашные+пар | 80 20 | 0.39 | 0.36 | 0.33 | 0.34 | 0.32 | 0.29 | 0.26 |
| Зерновые+ травы, Пропашные+пар | 70 30 | 0.47 | 0.44 | 0.41 | 0.42 | 0.39 | 0.34 | 0.30 |

Вопросы для самоконтроля по теме 2.1.1

1. Для чего проводятся противоэрозионные мероприятия, пояснить
2. Что такое допустимый смыв, пояснить
3. Что такое земледелие, пояснить
4. Понятие севооборот, пояснить
5. Для чего проводят чередование культур в севообороте, пояснить
6. Основные типы севооборотов, назвать
7. Культуры севооборота, назвать
8. Что такое пар в севообороте, пояснить
9. По срокам посева и уборки урожая культуры бывают, пояснить
10. На какие группы по способу возделывания объединяются культуры, пояснить
11. Что характеризует комплексный коэффициент севооборота, пояснить
12. Как определить, что состав севооборотов не удовлетворяет условиям защиты почвы от водной эрозии, и его нужно менять.
13. Как определяется необходимость проведения дополнительных противоэрозионных мероприятий, кроме изменения состава севооборотов.

Практическое задание 6 Планирование агрономелиоративных противоэрозионных мероприятий на основе расчетов потенциального смыва отстока ливневых и талых вод

Задание:

1. Определить класс эрозионной опасности земель и необходимость проведения комплекса противоэрозионных мероприятий, заполнить таблицу прим см. таблица 13.
2. Вычислить комплексный коэффициент севооборота по формуле 10, отдельно для стока ливневых и талых вод, исходные данные согласно варианта, см. таблицы 14, 15, пример расчета.
3. Определить необходимость изменение состава севооборотов с учетом эрозионной опасности земель отдельно для стока ливневых и талых вод, заполнить таблицу пример см. таблица 16, для работы использовать банные таблицы 17.
4. Сделать выводы, по результатам расчета отдельно для стока ливневых и талых вод

2.1.2 Планирование противоэрозионных агротехнических приемов с учетом размещения сельскохозяйственных культур на расчетных участках с учетом эрозионной опасности от стока дождевых вод и талых.

Агротехнические приемы обработки почв.

Обработка почвы – это механическое воздействие на почвы рабочими органами машин и орудий, обеспечивающее создание наилучших условий для возделывания культур.

Главная задача обработки – изменение строения пахотного слоя почвы и ее структурных качеств, превращение пахотного слоя в рыхлокомковатый путем рыхления, крошения, частичного или полного оборачивания и перемешивания почвы.

Технологические процессы при обработке почвы: рыхление или крошение, оборачивание, перемешивание пахотного слоя, уплотнение, выравнивание поверхности, а также поделка гряд, гребней, борозд, окучивание растений. Условно к технологическим процессам относят и подрезание, измельчение сорных растений, сохранение стерни на поверхности. *Под приемом обработки почвы* понимают однократное воздействие на почву почвообрабатывающими

машинами и орудиями. *Обычно выделяют общие и специальные приемы обработки почвы.* К общим приемам относятся: вспашка, боронование, лущение, культивация, шлейфование, прикатывание, механическое прореживание, щелевание, кротование, безотвальное рыхление, грядование, гребневание, малование. Специальные приемы обработки почвы осуществляются мелиоративными и другими машинами и орудиями. Они включают фрезерование, плантажную вспашку с почвоуглубителем, с вырезным лемехом, обработку дисковым плугом, двухслойную и трехслойную вспашку.

Система обработки почвы – это совокупность приемов обработки почвы, выполняемых в определенной последовательности и подчиненных решению ее главных задач применительно к почвенно-климатическим условиям. Система обработки почвы подразделяется на основную – обработку полей в летне-осенний, весенний период, предпосевную – перед посевом или посадкой возделываемых культур и послепосевную – в период от посева до уборки растений. Снижение смыва до допустимых размеров на склонах, занятых сельскохозяйственными культурами, паром или зябью, можно учесть следующими условиями:

$$Э_{ост} = Э_{д(т)} \times C_{ид(т)} \times C_a, (11)$$

где $Э_{ост}$ – остаточный смыв – это смыв почвы после применения агро-мелиоративных противоэрозионных мероприятий, $Э_{д(т)}$ – рассчитанная по одной из формул величина потенциального смыва от ливней или талых вод (т/га год), $C_{ид(т)}$ – коэффициент защитной роли сельскохозяйственных культур в случае смыва почвы от ливней ($C_{ид}$) и от талых вод ($C_{ит}$) см. таблица 15); C_a – коэффициент защитной роли противоэрозионной агротехники приведен в таблице 18.

Агротехнические мероприятия включают: обработку участков и посев поперёк склонов; глубокая, более 22 см, вспашка, чередуемая через 2—3 года с обычной вспашкой; плоскорезная и безотвальная обработка почвы; весеннее рыхление зяби полосами; щелевание, залужение склонов способствуют регулированию стока талых и дождевых вод и значительно уменьшают смыв почвы.

В бывшем СССР идею *безотвальной обработки почвы* развил учёный колхозник-опытник Т. С. Мальцев, который в 40-х гг. на основании многолетних опытов пришёл к выводу о необходимости отказаться от применения отвальной вспашки на чернозёмных почвах Зауралья.

Таблица 18 - Значение коэффициентов уменьшения смыва в результате применения противоэрозионных агротехнических приемов для расчета коэффициента C_a .

| № к-тов C_a | № | Приемы противоэрозионной обработки почв | Смыв от стока ливневых дождей | Смыв от стока талых вод |
|---------------|----|---|-------------------------------|-------------------------|
| C_{a1} | 1 | Глубокая вспашка | 0.85 – 0.95 | 0.80 – 0.90 |
| | 2 | Вспашка с почвоуглублением | 0.75 – 0.85 | 0.70 – 0.80 |
| | 3 | Глубокая вспашка под углом к горизонталям | 0.85 – 0.95 | 0.80 – 0.90 |
| | 4 | Ступенчатая вспашка | 0.80 – 0.90 | 0.80 – 0.90 |
| | 5 | Безотвальная вспашка | 0.75 – 0.85 | 0.70 – 0.80 |
| | 6 | Плоскорезная вспашка | 0.70 – 0.80 | 0.70 – 0.80 |
| | 7 | Минимальная обработка почвы | 0.60 – 0.70 | 0.60 – 0.70 |
| | 8 | Комбинированная отвально-безотвальная ступенчатая вспашка | 0.75 – 0.85 | 0.80 – 0.90 |
| | 9 | Вспашка пара и зяби с прерывистым бороздованием | - | 0.80 – 0.90 |
| | 10 | Вспашка пара и зяби с поделкой микролиманов | - | 0.70 – 0.80 |
| | 11 | Вспашка пара и зяби с лункованием | - | 0.75 – 0.85 |
| C_{a2} | 12 | Щелевание пара и зяби | 0.65 – 0.75 | 0.60 – 0.70 |
| | 13 | Кротование пара и зяби | 0.70 – 0.80 | 0.65 – 0.75 |
| | 14 | Осеннее щелевание почвы под посевом озимых культур | 0.65 – 0.75 | - |
| | 15 | Весеннее щелевание почвы под посевами озимых и яровых культур | 0.70 – 0.80 | 0.70 – 0.80 |
| | 16 | Бороздковый посев | 0.90 – 0.95 | - |
| | 17 | Щелевание междурядий пропашных культур | 0.65 – 0.70 | - |
| | 18 | Щелевание и прерывистое бороздование междурядий пропашных культур | 0.65 – 0.70 | - |
| C_{a3} | 19 | Внесение удобрений | 0.80 – 0.90 | 0.80 – 0.90 |
| | 20 | Мульчирование остатками высокостебельных культур | 0.80 – 0.85 | 0.75 – 0.85 |
| C_{a4} | 21 | Мульчирование соломой и стерневыми остатками | 0.70 – 0.75 | 0.60 – 0.65 |
| C_{a5} | 22 | Снегозадержание | - | 0.80 – 0.90 |
| C_{a6} | 23 | Полостное размещение культур | 0.50 – 0.60 | - |
| | 24 | Размещение культур с буферными полосами | 0.60 – 0.70 | - |
| | 25 | Кулисы из высокостебельных культур | - | 0.70 – 0.80 |

Мальцев рекомендовал чередовать глубокую безотвальную обработку почвы плугами без отвалов с поверхностной многократной обработкой дисковыми луцильниками. Однако проведенные опыты в степных и лесостепных зонах Западной Сибири и Казахстана показали, что недостатком такой системы обработки почвы является

уничтожение стерни дисковыми лушпильниками и сильное распыление ими почвы. Поэтому в районах распространения эрозии эта система обработки не нашла широкого распространения. Исследования Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства показали эффективность внедрения в производство безотвальной обработки почвыновых орудий типа плоскорезов, обеспечивающих сохранение на поверхности почвы стерни. Лучшее увлажнение почвы при безотвальной её обработке обуславливает получение в засушливых степных районах более высоких урожаев яровой пшеницы и других культур. В районах распространения ветровой эрозии вместо вспашки применяют плоскорезную обработку почвы культиваторами – плоскорезами и др. с сохранением стерни на поверхности (почвозащитная технология обработки почвы), что уменьшает распыление и способствует большему накоплению почвенной влаги.

Другой эффективный прием – *мульчирование* (от англ. mulch — обкладывать корни растений соломой, навозом и т. п.), сплошное или междурядное покрытие почвы мульчей (мульчбумагой, торфяной крошкой, навозом-сыпцом, перегноем, компостами, опавшей листвой и др.). Применяется в сельском хозяйстве при выращивании овощных, плодовых, ягодных, декоративных и др. культур. Мульчирование снижает затраты труда на междурядную обработку посевов и положительно влияет на условия роста растений и почвенное плодородие: ослабляет испарение влаги с поверхности почвы, уменьшает амплитуду колебания её температуры в течение суток, защищает поверхность поля от размывания, предупреждает образование почвенной корки, угнетает прорастание сорняков и т. п. Как правило, мульчирование повышает урожай с.-х. культур, особенно в засушливых районах. На тяжёлых и избыточно увлажнённых почвах оно менее эффективно и может даже снизить урожай. Роль мульчи выполняет также оставленная на зиму на полях стерня (*жнивье*) зерновых культур. Особенно большое значение этот приём имеет в условиях степных районов, где часты сильные ветры (Алтайский и Красноярский края, Новосибирская и Омская области).

Пример расчетов в случае опасности смыва почвы от стока *талых вод* приводится в таблице 19. Напомним, что остаточный смыв ($\mathcal{E}_{ост}$), это такой смыв, который останется после применения комплекса агротехнических мероприятий см. формула 11. Величину $\mathcal{E}_{ост}$ находят по формуле как произведение коэффициентов защитной роли севооборота ($C_{д(т)}$) и

агротехники (C_a) на значение потенциального смыва от стока талых или дождевых вод ($\mathcal{E}_{д(т)}$).

Таблица 19 - Планирование противоэрозионных агротехнических приемов с учетом размещения сельскохозяйственных культур

| № | D_c | $\mathcal{E}_{д(т)}$ | $D_c/\mathcal{E}_д$ | Культура | $C_{д(т)}$ (изтабл. 4). | $\mathcal{E}_{ост}$ 6×3 | C_{a1} (изтабл. 7). | $\mathcal{E}_{ост}$ 8×7 | C_{a2} (изтабл. 7) | $\mathcal{E}_{ост}$ 10×9 |
|---|-------|----------------------|---------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 2 | 6,3 | 0,32 | Мн.травы | 0,03 | 0,19 | | | | |
| | | | | Зерновые | 0,3 | 1,89 | | | | |
| | | | | Пропашные | 0,7 | 4,41 | 0,7 (6) | 3,1 | 0,65 (12) | 2,02 |
| | | | | Пар | 1,0 | 6,3 | 0,7 (6) | 4,4 | 0,65 (12) | 2,87 |

Продолжение таблицы 19

| № | D_c | $\mathcal{E}_{д(т)}$ | $D_c/\mathcal{E}_д$ | Культура | C_{a3} (изтабл. л. 7) | $\mathcal{E}_{ост}$ 12×13 | C_{a4} (изтабл. л. 7) | $\mathcal{E}_{ост}$ 14×13 | C_{a5} (изтабл. л. 7) | $\mathcal{E}_{ост}$ 15×16 | $C_{aобщ}$ ий | Необх. других ПЭМ |
|---|-------|----------------------|---------------------|-----------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 1 | 2 | 6,3 | 0,32 | Мн.травы | | | | | | | | - |
| | | | | Зерновые | | | | | | | | - |
| | | | | Пропашные | | | | | | | 0,45 | - |
| | | | | Пар | - | - | 0,7 (21) | 2,0 | | | 0,36 | - |

Одновременно можно запланировать максимум 6 агротехнических мероприятий для защиты почвы от стока талых вод ($C_{общ} = C_{a1}C_{a2}C_{a3}C_{a4}C_{a5}C_{a6}$) и 5 – для предотвращения последствий от ливневого стока ($C_{общ} = C_{a1}C_{a2}C_{a3}C_{a4}C_{a6}$). Количество одновременно применяемых агротехнических мероприятий зависит от соотношения между $\mathcal{E}_{ост}$ и D_c . Если в результате применения того или иного способа обработки почвы $\mathcal{E}_{ост} \leq D_c$, то остальные противоэрозионные приемы не планируются.

В случае если $\mathcal{E}_{ост} = C_d \mathcal{E}_д < D_c$. То в графе 19 ставится знак (-), если наоборот знак (+).

Вопросы для самоконтроля по теме 2.1.2:

1. Для чего проводится агротехнические приемы обработки почв, пояснить
2. Что включают в себя общие и специальные приемы обработки почвы, пояснить.
3. При помощи, какова, уравнения, можно учесть снижение смыва до допустимых размеров на склонах, занятых сельскохозяйственными культурами, паром или зябью.
4. Какие агротехнические мероприятия используются для уменьшения эрозионной опасности почв.

Практическое задание 7 Планирование противоэрозионных агротехнических приемов с учетом размещения сельскохозяйственных культур на расчетных участках с учетом эрозионной опасности от стока дождевых вод и талых.

Задание:

1. Выполнить расчеты противоэрозионных агротехнических приемов с учетом размещения сельскохозяйственных культур, на основании результата расчета предыдущего задания с использованием коэффициентов таблицы 18, заполнить таблицу, пример см. таблица 19
2. Сделать выводы, по результатам расчета отдельно для стока ливневых и талых вод

2.2 Овражная эрозия

Процесс образования и типы оврагов.

Под оврагом следует понимать узкое и глубокое (от 1.5 до 10 – 30 м) понижение, линейно вытянутое, нередко ветвистое, с крутыми, часто вертикальными склонами, лишенными или почти лишенными растительности.

Стенки молодого, растущего в глубину, оврага сходятся на дне под острым углом см. рисунок 4, или между ними образуется неширокое дно, если на дне оврага во время паводка протекает струя воды. Переход от склона к оврагу выражен резким переломом поверхности «бровка».

Для оврагов в стадии развития характерен более или менее заметный рост в виде поступательного перемещения вершины оврага в сторону



Рисунок 4 -Растущие овраги

водораздела (попятная эрозия), благодаря чему овраг увеличивается в длину. Овраг нередко образует боковые ответвления, так называемые «отвершки».

Классификация оврагов. В зависимости от условий рельефа принято различать *береговые, вершинные и донные овраги.*

Береговые овраги возникают на склонах лощин, суходолов и речных долин. Это наиболее распространенный и самый активный тип оврагов. Длина их достигает 40—50 м, глубина 5—10 м, ширина 6—12 м. Вершины у многих из них представляют крутой уступ от 1 до 5—6 м высотой, форма вершины чаще всего овальная, что является одним из признаков их большой активности. Береговые овраги см. рисунок 5 образуются в результате действия самых разнообразных факторов. Сюда относятся разъемные борозды, колеи дорог, кюветы, снятие дерна с откоса берега, уничтожение леса и кустарника и корчевка пней по берегам водоемов, копка ям для добычи глины и песка. В силу перечисленных причин нарушается нормальный сток поверхностных вод, возникает его концентрация, благодаря изменению направления и слиянию мелких ручьев в сравнительно крупные потки, способные производить значительные размывы.



Рисунок 5 - Береговые овраги.

Вершинные, или приводораздельные, овраги встречаются реже см. рисунок 6. Среди них бывают неглубокие (до 3—5 м), с пологими задернованными склонами или со склонами и вершиной, осложненными оползневыми процессами, встречаются также молодые крутосклонные овраги до 10—15 м глубиной. Вершинные овраги возникают главным образом в результате местной концентрации стока поверхностных вод с водораздельных возвышенных участков. Они представляют наибольшую опасность для прилегающих к ним земель, так как имеют значительные площади водосборов. Поэтому у них велики потенциальные возможности для

роста. Борьба с ними сводится в основном к регулированию поверхностного стока путем искусственного перераспределения его по веерообразно расходящимся потокам (ручьям), чтобы избежать концентрации струй, к созданию полевых защитных лесных насаждений и ведению правильных севооборотов.



Рисунок 6 - Вершинный овраг

Донные овраги см. рисунок 7 являются вторичными. Они врезаются в днища старых балок, ложбин или лощин, и в некоторых случаях выходят за их пределы, превращаясь в вершинные овраги. Непосредственной причиной возникновения донных размывов, как правило, служат распашка дна гидрографической сети в местах пропуска талых и ливневых вод, копка ям, траншей и канав посередине дна.



Рисунок 7 Донный овраг

Сюда входят водороиины глубиной до 2 и шириной до 2—3,5 м, промоины глубиной 2—4 и шириной 5—7,5 м, овраги глубиной 5-12 и шириной до 25 м. Глубина и форма донного оврага зависит от характера грунта. Если подстилающие породы мягкие, образуются глубокие U-образные овраги с обрывистыми склонами. Если овраг врезается в глинистые породы, образуются мелкие V-образные овраги. На известняковых и меловых отложениях овраг имеет небольшую глубину и пологие склоны.

Если подстилающие породы представляют суглинки, подстилаемые песками, то при врезании оврага в песчаный горизонт пески осыпаются, образуется ниша и суглинистый верхний слой обрушается или оседает. Происходит расширение и рост оврага независимо от воздействия поверхностного стока. Вершины у подобных оврагов имеют чашеобразную форму. Такой тип оврагов с широким дном представляет большую угрозу, поскольку подстилающие их сыпучие пески легко разрушаются паводковыми и дождевыми водами.

Для борьбы с *донным размывом* нужны сложные и дорогие мероприятия – отвод поверхностного стока от вершины оврага с помощью водоотводящей канавы, создание лесных стокорегулирующих полос в водосборном бассейне овражно-балочной системы см. рисунок 8. Другим способом борьбы являются лесо- и лугомелиоративные мероприятия, сочетаемые в особо важных случаях с инженерными мероприятиями по укреплению вершины и русла донного оврага и его склонов.

Для ликвидации *берегового размыва* можно ограничиться террасированием и облесением склонов.

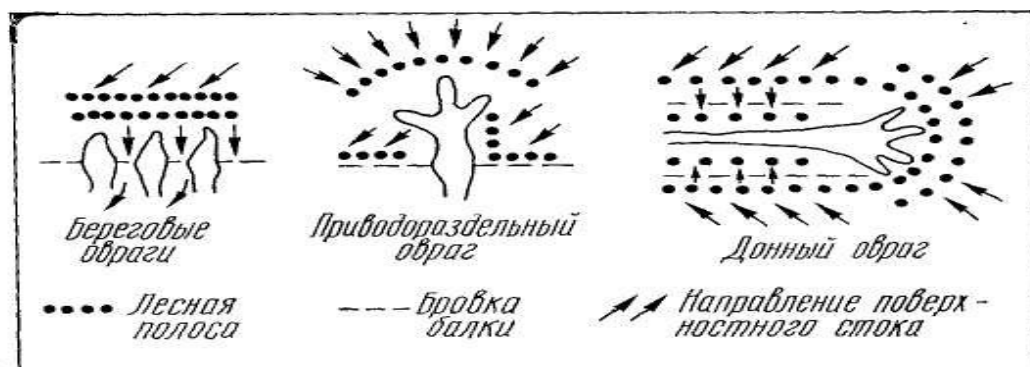


Рисунок 8 - Размещение лесных полос в зависимости от типа оврага (по Д. Л. Арманду).

В зависимости от интенсивности эрозии и процессов, формирующих склоны, различают следующие типы оврагов:

1. *Овраги выноса* — энергично растущие, с очень крутыми склонами обвально-осыпного срыва. Характеризуются активными донными и склоновыми процессами см. рисунок 9.

2. *Овраги с обвально-осыпными или оползневыми шлейфами на склонах* см. рисунок 10, образуются в стадии замедления роста оврага, когда рыхлые массы, поступающие со склонов, не выносятся водным потоком, накапливаясь у подножия.

3. В различных районах лесной зоны более распространены *овраги со склонами естественного откоса*. Они относятся к затухающим образованиям. Склоны их более пологие ($30—35^\circ$), на них происходят процессы оплывания и поверхностного смыва. На склонах и местами на днищах наблюдается разреженный травяной покров см. рисунок 11.



Рисунок 9 - Овраг крутыми склонами обвально-осыпного срыва



Рисунок 10. Овраги с обвально-осыпными или оползневыми шлейфами на склонах



Рисунок 11. Овраги со склонами естественного откоса

В ходе роста молодого оврага его вершина приближается все ближе к водоразделу, вышерасположенная площадь сокращается и снижается объем стока воды, поступающей к вершине. Следствием является замедление роста. В процессе развития оврага можно выделить стадии «молодости» (овраг интенсивно растет в длину и глубину), «зрелости» (темп роста замедляется) и «стабилизации» (рост оврага прекращается и начинается его зарастание).

Расчет максимально возможных размеров оврага

Распространение и темпы развития овражной эрозии на водосборе определяются сочетанием физико-географических, геолого-геоморфологических, инженерно-геологических факторов. Все они находятся в тесной взаимосвязи, и изменение одного из факторов приводит к усилению или ослаблению донного размыва. *Среди климатических факторов на эрозионный процесс непосредственно воздействуют дождевые и талые воды. Сумма и интенсивность их поступления обуславливают энергию водных потоков и активность размыва.*

Для предотвращения развития овражной эрозии необходимо знать:

- максимальные размеры форм размыва,
- интенсивность линейной эрозии,
- стадию развития оврага.

Для оценки интенсивности роста оврагов М.Н. Заславский предложил следующую шкалу:

- Слабая – средний годовой прирост оврагов до 0.5 м.
- Средняя - среднегодовой прирост оврагов – от 0.5 до 1 м.
- Сильная - средне годовой прирост оврагов от 1 до 2 м.
- Очень сильная – средне годовой прирост от 2 до 5 м.
- Чрезвычайно сильная – среднегодовой прирост оврагов более 5 м.

Эта шкала практически применима во всех равнинных эрозионно-опасных районах страны. Овраг является последней стадией развития линейной эрозии (остановившиеся в своем развитии овраги некоторые авторы называют балками). Он имеет свой продольный профиль, отличающийся от профиля поверхности, в которую врезан. Выделяют четыре стадии развития оврага:

1. стадия промоины или рытвины (чрезвычайно сильная интенсивность роста);
2. стадия врезания висячего оврага вершиной (сильная интенсивность роста);
3. стадия выработки профиля равновесия (средняя интенсивность роста);
4. стадия затухания (слабая интенсивность роста).

Для оценки развития оврага и последующего планирования противоэрозионных мероприятий проводятся инженерные расчеты результатом которых, являются величины максимально возможной длины, глубины, площади и объема оврага.

На первом этапе расчет выполняется раздельный расчет расходов дождевого паводка и весеннего половодья на редуccionной основе для 1% вероятности превышения по формуле:

$$Q_{\max, 1\%} = \frac{M_{\text{Э}, 1\%} F}{(F + 1)^n} \times 0.001, \quad (12)$$

где $Q_{\max, 1\%}$ - срочный максимальный расход воды 1% обеспеченности, (л/с) ($\text{м}^3/\text{с}$); $M_{\text{Э}, 1\%}$ - элементарный модуль максимального расхода 1% обеспеченности (л/с км^2); F - площадь водосбора, км^2 ; n - показатель степени редуccionии модуля максимального расхода при увеличении размеров водотока. Площадь водосбора – территория, включая толщу почвогрунтов, откуда происходит сток в водоток (река, ручей и т.д.).

Элементарный модуль максимального расхода дождевого паводка 1% вероятности превышения определяется по уравнению:

$$M_{\text{Э},1\%} = 10^{-3} \times X_{\text{Б},1\%}^{3.48}, \quad (13)$$

где $X_{\text{Б},1\%}$ - наибольшие суточные осадки 1% обеспеченности (мм), приведенные к средней высоте водосбора (склона) $H_{\text{Б}}$ (м).

Величина $X_{\text{В},1\%}$ рассчитывается по формуле:

$$X_{\text{В},1\%} = X_{\text{С},1\%} \left[1 + \gamma_x \times \left(\frac{H_{\text{скл}} - H_{\text{мет}}}{100} \right) \right] \quad (14)$$

где $H_{\text{мет}}$ - высота метеостанции (м); $H_{\text{скл}}$ - высота склона; γ_x - градиент увеличения количества осадков на каждый 1 мм исходных расчетных осадков на метеостанции и на каждые 100 м. увеличения высоты, принят равным 0.1 мм/100м.

Показатель степени редукции модуля максимального расхода воды дождевого паводка ($n_{\text{Д}}$) дифференцируется по размеру водосборной площади водотока F в соответствии с выражением:

$$n = \frac{1.12}{(F + 1)^{0.223 - 0.31 \lg(F + 1)}} \quad (15)$$

Показатель степени редукции модуля максимального расхода половодья, $n = 0,22$.

При определении элементарного модуля максимального расхода весеннего половодья $M_{\text{Э},\text{В},1\%}$ за исходный параметр принимается наибольшее суточное водообразование от снеготаяния и дождя $(h_c + x)_{1\%}$ (мм) и расчет выполняется по уравнению :

$$M_{\text{Э},1\%} = 17.2 \times (h_c + x)(h_c + x)_{1\%}^{1/17}, \quad (16)$$

От расхода 1% обеспеченности переходим к расходу 10% обеспеченности.

$$Q_{\text{max}P\%} = \lambda_{P\%} \times Q_{\text{max}1\%}, \quad (17)$$

где $\lambda_{P\%}$ - переходный коэффициент от расходов 1%-й обеспеченности к расходам 10% обеспеченности (0,404 - для дождевого паводка, 0,507- для весеннего половодья).

Для дальнейших расчетов принимается наибольший расход. Если больший расход является, расходом дождевых паводков, то можно сделать вывод, что период наибольшего роста оврага в этом районе приходится на июнь-август как на период с обильными дождями и ливнями. Если расход половодья превышает расход дождевых паводков, то время наиболее интенсивного развития это- весна, т.е. период интенсивного снеготаяния.

На втором этапе вычисляются морфометрические характеристики овражной эрозии.

Максимально возможная длина оврага (l_{max}) определяется по формуле:

$$l_{max} = \frac{0,3HQ_{10\%}^{0,67}}{v^{2,67} n^2 A^{0,67}} \quad (18)$$

где: H – глубина местного базиса эрозии (м); Q – расход ливневого и талого стока 10% обеспеченности (m^3/c), v – размывающая скорость для грунтов склона; n – коэффициент шероховатости (0.03 – для рыхлых и 0.08 для твердых пород); A – коэффициент формы потока в русле (10 – для рыхлых и 5 для твердых пород: известняки, мергель).

Глубина местного базиса эрозии определяется, как превышение самой высокой точки на водосборе над самой минимальной точкой.

Максимально возможная глубина оврага h_{max} :

$$h_{max} = 0.85 \times H - L_1 \times tg\beta \quad (19)$$

где: L_1 – расстояние от водораздела до бровки (м); H – глубина местного базиса эрозии (м); β – угол наклона склона от водораздела к бровке оврага.

Расстояние от водораздела до бровки, расстояние от линии водораздела (т.е. линии, ограничивающей водосбор) до верхней границы оврага.

Максимально возможный объем оврага (W_{max}) рассчитывается как сумма геометрических фигур.

$$W_{max} = 0.52 \times l_{max} \times h_{max}^2, (20)$$

Площадь, которую будет иметь овраг в случае своего максимального развития (F_{max}), равна:

$$F_{max} = \left[1.35 \times \left(\frac{Q^{0,5}}{W_{max}} \right) + 1.76 \times h_{max} \right] \times l_{max}, (21)$$

Зная фактические размеры оврага и максимально возможные, а также скорость прироста оврага, можно определить стадию развития оврага.

1. стадия промоины или рытвины (чрезвычайно сильная интенсивность роста до 0.5м); $L = 30\%L_{max}$

2. стадия врезания всячего оврага вершиной (сильная интенсивность роста 0.5-1м); $L = 50\%L_{max}$

3. стадия выработки профиля равновесия (средняя интенсивность роста (1-2м)); $L = 70\%L_{max}$

4. стадия затухания (слабая интенсивность роста (2-5м)) $L > 70\%L_{max}$.

Неустойчивыми к линейной эрозии являются лессы и лессовидные супеси и суглинки. Они залегают в виде покровов различной мощности (1—30 м) во многих районах юга Восточной Сибири. В Назаровской, Канской, Южно-Минусинской котловинах, Приангарье преобладают средние и тяжелые лессовидные суглинки (Миневрин, 1966; Пальшин, Домрачев, 1966).

В тяжелых суглинках, глинах, мергелях, песчаниках формы размыва встречаются значительно реже. В кристаллических породах (мраморах, гранитах, базальтах, гнейсах) эрозионные формы распространены чрезвычайно редко.

На ход линейной эрозии влияют длина, крутизна, форма склонов, степень горизонтального и вертикального расчленения, характер неотектонических движений. Промоины и овраги наиболее часто поражают выпукло-вогнутые и прямые склоны крутизной 3—30°, длиной 200—1000 м, с глубиной вертикального расчленения более 50 м. Поверхностный склоновый сток в теплый период года формируется во время ливней. Смыв и размыв на склонах отчетливо проявляются при выпадении ливней с суммой осадков свыше 20 мм и максимальной интенсивностью 0,5-1,0 мм/мин, а также обильных дождей, когда за сутки выпадает более 30 мм.

Ливневые дожди на юге Восточной Сибири имеют высокую интенсивность, небольшую продолжительность, крупнокапельность. Максимальная их интенсивность отмечается обычно в начале или середине. Новые промоины и овраги образуются во время продолжительных обильных дождей, когда за несколько дней выпадает 100—200 мм осадков. Значительный объем стока и размыв почв наблюдаются в период снеготаяния в лесостепях Южно-Минусинской котловины.

На интенсивность эрозии влияют влажность воздуха и ветры. Это создает различные условия для формирования поверхностного стока.

В зависимости от силы ветра и его направления происходит перераспределение снежного покрова. Мощность снежного покрова на наветренных склонах часто на 30-50% меньше, чем на подветренных. В элементах гидрографической сети (в балках, оврагах, лощинах) снега накапливается намного больше, чем на склонах. А это приводит к неравномерному распределению промерзания почвы, впитывания и стока талых вод.

Вопросы для самоконтроля по теме 2.2:

1. Что такое овраг, к какому виду эрозии относится, пояснить
2. Процесс образования и типы оврагов, пояснить
3. Привести классификацию оврагов
4. Какие типы оврагов различают в зависимости от интенсивности эрозии и процессов, формирующих склоны, пояснить
5. Как предотвратить или приостановить развитие оврагов.
6. Как рассчитать максимальные размеры оврага, пояснить привести формулы.
7. Как рассчитать расход воды дождевого паводка и весеннего половодья, пояснить для чего производятся эти расчеты, привести формулы.

Практическое задание 8 Расчет расходов дождевого паводка и весеннего половодья.

Задание:

1. Рассчитать элементарный модуль максимального расхода дождевого паводка и весеннего половодья, по формулам 13, 16, исходные данные см. в таблице 20.
2. Рассчитать расход дождевого паводка и расход весеннего половодья, по формуле 12, с учетом показателя степени редукции модуля максимального расхода воды дождевого паводка (n_d)
3. От расхода 1% обеспеченности перейти к расходу 10% обеспеченности, расчет произвести по формуле 17 с учетом переходных коэффициентов (0,404 - для дождевого паводка, 0,507- для весеннего половодья).

Таблица 20 - Исходные данные для расчета расходов дождевого паводка и весеннего половодья, основных морфометрических характеристики овражной эрозии

| № | F, км ² | Xc _{1%} , мм | Нскл, м | Нмст, м | hc+X, мм | H, м | v, м/с | n | A | β, градус | L, м |
|----|--------------------|-----------------------|---------|---------|----------|------|--------|------|---|-----------|------|
| 1 | 0,52 | 54 | 465 | 496 | 25 | 54 | 0,80 | 0,02 | 6 | 3 | 867 |
| 2 | 0,67 | 40 | 302 | 296 | 45 | 51 | 0,70 | 0,04 | 7 | 3 | 613 |
| 3 | 0,33 | 65 | 405 | 391 | 45 | 106 | 0,85 | 0,04 | 7 | 2 | 762 |
| 4 | 0,82 | 79 | 307 | 557 | 31 | 119 | 0,67 | 0,07 | 6 | 5 | 624 |
| 5 | 0,99 | 26 | 483 | 450 | 27 | 114 | 0,86 | 0,05 | 7 | 3 | 805 |
| 6 | 0,62 | 116 | 315 | 460 | 34 | 116 | 0,67 | 0,06 | 8 | 2 | 603 |
| 7 | 1,03 | 61 | 558 | 376 | 41 | 71 | 0,90 | 0,05 | 6 | 2 | 569 |
| 8 | 1,20 | 62 | 326 | 452 | 24 | 92 | 0,68 | 0,09 | 7 | 3 | 725 |
| 9 | 1,20 | 32 | 477 | 265 | 35 | 103 | 0,67 | 0,08 | 8 | 2 | 597 |
| 10 | 1,25 | 109 | 619 | 523 | 27 | 78 | 0,64 | 0,05 | 9 | 2 | 691 |
| 11 | 0,49 | 81 | 379 | 598 | 16 | 109 | 0,70 | 0,06 | 6 | 3 | 654 |
| 12 | 0,72 | 56 | 441 | 241 | 30 | 77 | 0,63 | 0,05 | 8 | 4 | 568 |
| 13 | 0,35 | 52 | 480 | 226 | 44 | 120 | 0,72 | 0,07 | 7 | 3 | 604 |
| 14 | 0,82 | 23 | 434 | 645 | 36 | 61 | 0,86 | 0,03 | 9 | 2 | 596 |
| 15 | 1,23 | 58 | 636 | 505 | 19 | 85 | 0,77 | 0,09 | 7 | 3 | 743 |
| 16 | 0,45 | 61 | 361 | 379 | 22 | 66 | 0,67 | 0,07 | 8 | 3 | 564 |
| 17 | 1,07 | 50 | 270 | 607 | 42 | 84 | 0,87 | 0,08 | 8 | 4 | 898 |
| 18 | 0,64 | 30 | 557 | 473 | 21 | 88 | 0,66 | 0,05 | 6 | 2 | 549 |
| 19 | 1,21 | 65 | 564 | 351 | 18 | 108 | 0,78 | 0,08 | 8 | 2 | 831 |
| 20 | 0,98 | 60 | 527 | 368 | 29 | 119 | 0,63 | 0,05 | 6 | 2 | 847 |
| 21 | 0,87 | 71 | 308 | 396 | 15 | 91 | 0,88 | 0,04 | 8 | 3 | 617 |
| 22 | 0,77 | 47 | 567 | 272 | 18 | 69 | 0,72 | 0,07 | 7 | 3 | 715 |
| 23 | 0,75 | 88 | 468 | 510 | 17 | 95 | 0,82 | 0,06 | 9 | 2 | 607 |
| 24 | 0,77 | 23 | 415 | 323 | 28 | 78 | 0,78 | 0,05 | 8 | 2 | 658 |
| 25 | 0,76 | 61 | 302 | 443 | 41 | 95 | 0,80 | 0,09 | 9 | 2 | 790 |
| 26 | 0,25 | 38 | 200 | 400 | 25 | 60 | 0,65 | 0,08 | 7 | 2 | 300 |

Практическое задание 9 Определение морфометрических характеристик овражной эрозии (глубина, длина, объем, площадь оврага).

Задание:

1. Рассчитать максимально возможную длину, ширину, площадь и объем оврага, по формулам 18-21, исходные данные приведены в таблице 20.

Тема 3 Ветровая эрозия

3.1 Факторы дефляции

Дефляция – процесс выдувания, переноса и отложения тонких продуктов выветривания горных пород (пыли, песка, и т.д.), приводящий к снижению плодородия или даже к полному уничтожению почвенного покрова. Ветер захватывает, перекачивает, и, в зависимости от его скорости, может поднять в воздух с поверхности обнаженной и сухой почвы частицы размером до 0.5 мм и больше. Ударяясь о комочки земли на поверхности почвенного покрова, эти частицы нарушают их связанность, способствуя разрушению и перемещению. Можно наблюдать следующие формы движения и взаимодействия дефлируемых частиц:

- эфлюкция – волочение и скачкообразное движение частиц почвы;
- экструзия – перекачивание более крупных частиц за счет бомбардировки менее крупными;
- детрузия – соскальзывание частиц с возвышенных участков;
- эфляция – перемещение частиц в толще воздушного потока;
- абразия – разрушение комочков при бомбардировке мелкими частицами.

Ветровая эрозия наблюдается везде, где занимаются земледелием. Наиболее опасна ветровая эрозия в засушливых и полузасушливых районах (Средняя Азия, Казахстан, юг Сибири и Европейской части России), а также на торфянистых и песчаных почвах, если земли эти вовлечены в сельскохозяйственный оборот.

В зависимости от индекса сухости выделяются следующие дефляционные пояса см. таблица 21.

Таблица 21 - Пояса дефляции в зависимости от индекса сухости

| Индекс сухости(<i>I</i>) и увлажнение территории | Наименование |
|--|---------------------------------|
| I. <i>Меньше 1.0</i> – избыточно влажная и влажная | Пояс отсутствия дефляции |
| II. <i>От 1.0 до 3.0</i> – недостаточно влажная | Пояс возможной дефляции |
| III. <i>I больше 3.0</i> – сухая | Пояс сильно выраженной дефляции |

Причин, способствующих возникновению ветровой эрозии, много. Вот главные из них.

1. Распашка земель, подверженных эрозии. Ежегодная отвальная вспашка и многократные обработки, особенно

дисковыми орудиями, приводят к сильному разрыхлению и распылению легких почв, к быстрой минерализации содержащегося в них перегноя.

2. Уничтожение лесов.

3. Чрезмерный выпас скота.

4. Наличие сухого периода. Верхний слой почв пересыхает, сцепление между частицами почвы снижается, вследствие чего они подвергаются сильному воздействию ветровой эрозии.

5. Большая скорость ветра.

Характеристика ветра. Под *скоростью ветра* обычно подразумевается числовая величина скорости; именно ее называют скоростью ветра, а само направление вектора скорости — *направлением ветра*.

Скорость ветра выражается в метрах в секунду. Существует еще оценка скорости (или, как принято говорить в этом случае, силы) ветра в баллах, так называемая *шкала Бофорта*, согласно которой весь интервал возможных скоростей ветра делится на 12 градаций. Эта шкала связывает силу ветра с такими явлениями, как степень волнения на море, качание ветвей и деревьев, распространение дыма из труб и т. п. Каждая градация по шкале Бофорта носит определенное название. Так, нулю шкалы Бофорта соответствует *штиль*, т. е. полное отсутствие ветра. Ветер в 4 балла по Бофорту называется *умеренным* и соответствует скорости 5—7 м/сек; в 7 баллов — *сильным*, со скоростью 12—15 м/сек; в 9 баллов — *штормом*, со скоростью 18—21 м/сек; наконец, ветер в 12 баллов по Бофорту — это *ураган*, со скоростью свыше 29 м/сек.

Мгновенная скорость ветра сильно колеблется и временами может быть значительно ниже или выше *сглаженной скорости ветра* за некоторый небольшой промежуток времени. Приборы для измерения скорости ветра (анемометры) обычно дают значения сглаженной скорости ветра, и в дальнейшем речь будет идти именно о ней.

У земной поверхности чаще всего скорости ветра порядка 4—8 м/секи редко превышают 12—15 м/сек. В повторяющихся реже штормах и ураганах умеренных широт скорости могут превышать 30 м/сек, а в отдельных порывах достигать 60 м/сек. В тропических ураганах скорости ветра достигают 65 м/сек, а отдельные порывы — до 100 м/сек. В ограниченных по масштабу вихрях (смерчи) возможны скорости и более 100 м/сек. Говоря о *направлении ветра*,

имеют в виду направление, откуда он дует. Указать это направление можно, назвав либо точку горизонта, откуда дует ветер, либо угол, образуемый направлением ветра с меридианом места, т. е. его азимут. В первом случае различают 8 основных румбов горизонта: север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад — и 8 промежуточных румбов между ними: север-северо-восток, восток-северо-восток, восток-юго-восток, юг-юго-восток, юг-юго-запад, запад-юго-запад, запад-северо-запад, север-северо-запад, которые имеют следующие сокращенные обозначения, русские и международные:

| | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| С | Н | В | Е | Ю | З | С | Ю | В |
| ССВ | ННЕ | ВЮВ | ЕСЕ | ЮЮЗ | ЗСЗ | ССВ | ЮЮЗ | ВВВ |
| СВ | НЕ | ЮВ | СЕ | ЮЗ | СЗ | СВ | ЮЗ | ВВ |
| ВСВ | ЕНЕ | ЮЮВ | ССЕ | ЗЮЗ | ССЗ | ВСВ | ЗЮЗ | ВВВ |

(N — норд, E — ост, S — зюйд, W — вест).

Направление ветра определяется с помощью *флюгера*, вращающегося около вертикальной оси. Под действием ветра флюгер принимает положение понаправлений ветра. Флюгер обычно соединяется с доской Вильда.

При климатологической обработке наблюдении над ветром можно для каждого данного пункта построить диаграмму, представляющую собой распределение повторяемости направлений ветра по основным румбам, в виде так называемой *розы ветров* см. рисунок 12.

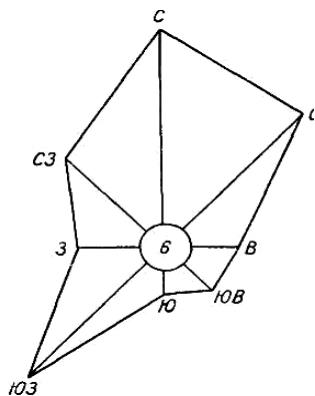


Рисунок 12 – Роза ветров

От начала полярных координат откладываются направления по румбам горизонта (8 или 16) отрезками, длины которых пропорциональны повторяемости ветров данного направления. Концы отрезков можно соединить ломаной линией. Повторяемость штилей указывается числам в центре диаграммы (в начале

координат).

Влияние препятствий на ветер. Всякое препятствие, стоящее на пути ветра, может быть крупномасштабным, как горные хребты, и мелкомасштабным, как здания, деревья, лесные полосы и т. д. Препятствие отклоняет воздушное течение: оно должно либо обтекать препятствие с боков, либо перетекать через него сверху. При этом горизонтальное обтекание происходит в большей степени. Перетекание воздуха через крупные препятствия приводит к очень важным явлениям, таким, как увеличение облаков и осадков на наветренном склоне горы при восходящем движении воздуха и, наоборот, рассеяние облачности на подветренном склоне при нисходящем движении.

Обтекая препятствие, ветер перед ним ослабевает, но с боковых сторон усиливается, особенно у выступов препятствий (углы зданий, мысы береговой линии и пр.). За препятствием скорость ветра уменьшается, там имеется *ветровая тень*. Перед препятствием и за ним иногда создаются так называемые *наветренные* и *подветренные вихри*. Очень существенно усиливается ветер, попадая в суживающееся орографическое ложе, например между двумя горными хребтами. При продвижении воздушного потока его поперечное сечение уменьшается, а скорость возрастает см. рисунок 13.

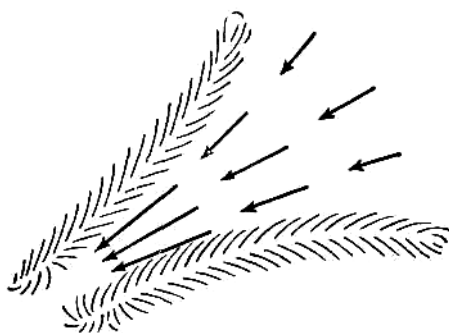


Рисунок 13 - Орографическое усиление ветра.

Влияние *полезащитных лесных полос* на микроклиматические условия полей связано в первую очередь с тем ослаблением ветра в приземных слоях воздуха, которое создают лесные полосы. Воздух перетекает поверх лесной полосы, и, кроме того, скорость его ослабевает при движении сквозь просветы в полосе. Поэтому непосредственно за полосой скорость ветра резко ослаблена. На более далеком расстоянии за полосой скорость ветра увеличивается.

Однако первоначальная, неослабленная скорость ветра восстанавливается только на расстоянии, равном 40—50-кратной высоте деревьев полосы, если полоса ажурная (несплошная). Влияние сплошной полосы распространяется на расстояние, равное 20—30 - кратной высоте деревьев и меньше.

Виды дефляции:

1. *Повседневная или местная:* проявляется при малых скоростях ветра (4-8 м/с) на распыленной сухой поверхности в виде переноса пыли и мелкого песка.

2. *Пыльная буря,* сильный ветер (более 10-17 м/с), способный переносить миллионы т пыли на расстояние до нескольких тыс. км. Возникает обычно в тёплое время года в пустынях, полупустынях и распаханых степях при пересыхании почвы, в условиях слабого развития растительности или отсутствия её. Особенно сильные пыльные бури возникают при нерациональной распашке земли. Приносят огромные убытки сельскому хозяйству, засыпая посевы и уничтожая на значительных пространствах поверхностный слой почвы, вызывают заносы на железных дорогах и т.д.

Пыльные бури могут сопровождаться *смерчем*— локальным воздушным вихрем с осью вращения, нормальной к поверхности земли. Скорости вращения в нем достигают 100 м/с, при этом воздух перемещается вверх, увлекая все, что встречается на пути. Смерч засасывает в атмосферу огромные массы земли, вырывает с корнями деревья, срывает крыши с домов, поднимает в воздух даже тяжелые предметы, производит огромные разрушения и вызывает человеческие жертвы.

Пыльные бури могут наблюдаться в зимнее и раннее весеннее время при толщине снежного покрова на распаханых площадях менее 10 см, температуре воздуха ниже -3°C , на мерзлой распыленной поверхности почвы и скорости ветра более 15 - 17 м/с. Опасны также поздневесенние и осенние пыльные бури при температуре выше $10 - 15^{\circ}\text{C}$ и скорости ветра более 10 м/с, когда почва на полях разрыхлена и слабо покрыта почвозащитной растительностью.

3. *Пыльный суховей,* ветер скоростью выше 5 м/сек, с высокой температурой воздуха ($20—25^{\circ}\text{C}$), низкой относительной влажностью (иногда ниже 30%) и большим дефицитом влажности (свыше 20—22 мб.). Наблюдается летом в степях и полупустынях. Подобные ветры (например, сирокко, хамсин) отмечаются и в других

странах с засушливым климатом. Образуются на периферии антициклона, занимающего данный район. Обычно длится несколько суток. Благодаря такой продолжительности, при суховеях переносится большое количество тонких продуктов выветривания горных пород. Высокая температура и низкая влажность воздуха являются результатом местной трансформации (прогрева) воздушных масс, чаще всего арктического происхождения, над сильно нагретой земной поверхностью и нисходящего движения воздуха в антициклонах. Иногда воздух имеет среднеазиатское или малоазиатское происхождение. Пыльный сухой усиливает транспирацию и испарение с поверхности почвы, нарушая водный и тепловой режимы растений. В сочетании с недостатком влаги в почве это может привести к увяданию и даже к гибели полевых культур.

Механизм дефляции. При скоростях ветра более 4 – 5 м/с начинается перемещение частиц диаметром 0.1 – 0.5 мм путем *перекатывания*. Если ветер достигает достаточной скорости, частицы перемещаются *скачкообразно*: подбрасываются вверх, пролетают некоторое расстояние и падают на поверхность почвы. Чем больше диаметр частиц, тем при более высокой скорости они начинают перемещаться скачкообразно. Например, частицы диаметром больше 0.5 мм переходят к скачкообразному движению при скорости ветра 30 – 40 м/с.

Частицы диаметром 0.1 – 0.5 мм при высоких скоростях ветра перемещаются во взвешенном состоянии. Наблюдения дефляции показали, что в среднем 2 - 25 % эродированной почвы переносится перекатыванием, 55 - 70 % – скачкообразно и 3 - 35 % – в виде взвеси.

При прочих равных условиях наиболее подвержены дефляции наветренные (ветроударные) склоны, причем, чем больше уклон и относительная, тем интенсивнее снос частиц почвы. На подветренных склонах снос сменяется отложением (аккумуляцией) частиц.

Неровности, возникающие при обработке почвы, создают шероховатость, снижающую приземную скорость ветра. При создании гребнистой поверхности вынос почвы заметно снижается. Напротив, прикатанная гладкая поверхность пашни увеличивает приземную скорость в 3.0 – 3.5 раза, что резко увеличивает дефлируемость.

В периоды пыльных бурь образуются пылевато-воздушные потоки, ширина которых может достигать в зависимости от особенностей рельефа и наличия препятствий до 500 м, а

протяженность до 5 км и более. Эти потоки в свою очередь состоят из пылевато-воздушных струй. Наблюдения показали, что они приурочены к определенным постоянным местам соответственно местным особенностям строения поверхности.

В конце девятнадцатого и начале двадцатого века исследования ветровой эрозии сводились в основном к изучению роли ветра с точки зрения переноса пылевидных частиц и абразивной способности воздушного потока, несущего различный обломочный материал. В 60-х годах 20 века было разработано *уравнение ветровой эрозии*. Экспериментальные исследования показали, что количество материала, переносимого воздушным потоком, при прочих равных условиях *пропорционально кубу скорости ветра U* . Впервые зависимость такого рода была предложена для расчета переноса песка М. П. Брайеном и Б.Д. Риндлаубом в 1936 г. Аналогичная зависимость была предложена Р.А. Багнольдсом в 1941 г. Им получена зависимость между скоростью перемещения песка q (масса песка, перемещаемая по полосе определенной ширины в единицу времени) и сдвиговой скоростью ветра над эродируемой поверхностью U . Недостатком уравнений такого вида является то, что они и при малых скоростях дают значимый перенос материала. Р. Кавамура для устранения этого недостатка предложил использовать в уравнении u_0 —*пороговую скорость ветра*, остальные обозначения прежние.

Аналогичная зависимость, предложенная А. В. Гвоздиковым в 1962, имеет вид:

$$q = C(u_{\phi}^3 - u_0^3), \quad (22)$$

где, q – количество переносимого материала; u_{ϕ} - скорость ветра на высоте флюгера; u_0 - пороговая скорость ветра; C - эмпирическая постоянная, изменяется в соответствии с распределением частиц: 1.5% – для песков, с однородным по размеру составом частиц, 1.8% - для естественно сортированного песка, 2.8 - для песка с широким диапазоном размеров частиц.

Пороговая скорость ветра

Общеизвестно, что для частиц различного размера при перемещении их ветром требуются соответствующие пороговые скорости (скорость при которой частица отрывается от земли). Для переноса более крупных частиц требуется соответственно более быстрый воздушный поток, т. е. для каждой скорости ветра

существует максимальный размер частиц, который в данных условиях может перемещаться.

Для несвязных грунтов эродируемость отдельных частиц зависит от их диаметра, плотности и формы. Однако большинство почв состоит из комков, включающих в себя отдельные частицы, связываемые между собой путем взаимодействия различных сил. Состояние и устойчивость к абразии этих структурных единиц в основном и определяют эродируемость почвы в полевых условиях. В структурной почве количество частиц, достаточно мелких для того, чтобы быть подверженными транспортировке, очень невелико. Процесс абразии при этом может быть минимальным благодаря ограниченному наличию абразивного материала, а также механической прочности структурных единиц. С другой стороны, почвы со слабой структурой и достаточным количеством эродируемого материала могут быстро подвергаться абразии. Состояние и стабильность структурных единиц определяется в основном действием влаги, структурой почвы, наличием связывающего органического вещества и процессами разрушения агрегатов.

Почвенная влага связывает частицы. При поверхностном высыхании песка влага удаляется и связи легко разрываются. Там же, где преобладают тонкоструктурные илистые материалы, водоудерживающие свойства материала значительно лучше. Молекулы воды адсорбируются на поверхности частиц под действием сил электростатического притяжения и удерживаются там. В намоченных, а затем высушенных почвах происходит связывание всей массы в результате удержания влаги тонкими частицами. С увеличением содержания влаги до 2 - 3% пороговая скорость сдвига быстро увеличивается до очень высокого уровня. Важную роль играет вода в образовании поверхностной корки из пылеватых и глинистых частиц. При этом свободно лежащие более крупные частицы могут легко высушиваться и перемещаться ветром вскоре после прекращения дождя. С началом перемещения почвенных частиц и зарождением процесса абразии подсохшая корка может быстро разрушиться, в результате происходит дальнейшее просыхание почвы.

Влияние *структуры почвы* на ее эродируемость в значительной мере связано с водоудерживающими свойствами почвы. Установлено, что повышенное содержание пыли и глины способствует

образованию комков, что снижает степень эродлируемости почвы, тогда как высокое содержание песка определяет высокую эродлируемость. Комки, образованные из глинистых частиц, более устойчивы к абразии. При содержании от 5 до 100% пылеватых частиц образуется больше комков, но они легче, чем глинистые, подвергаются абразии. Было установлено, что комки, характеризующиеся высокой степенью устойчивости к абразии, состоят на 20 - 30 из глинистых частиц, на 40 - 50 — из пылеватых и на 20 - 40%—из песка.

В результате разложения органического вещества микроорганизмами образуются различные цементирующие материалы. Следовательно, для поддержания связности почвы необходимо постоянное добавление органического вещества. Органическое вещество, оставленное на поверхности, разлагается медленнее, чем при запахивании, а следовательно, является более эффективным структурообразователем.

Добавление карбоната кальция к почве ухудшает ее структуру и повышает эродлируемость; песчаные почвы составляют исключение, т. к. близкие по размерам к пылевым частицы карбоната кальция обладают некоторым связующим действием и улучшают их структуру.

Замораживание и оттаивание поверхностного слоя почвы способствует разрушению комков и снижению их механической прочности. Весеннее боронование вызывает разрушение комков, повышая тем самым эродлируемость почвы.

По мнению Г.А. Ларионова, более предпочтительным является определение пороговой скорости ветра по характеристике относительной противодефляционной устойчивости почв, которая рассчитывается по зависимости, разработанной на основании исследований Е. И. Шиято и др. в 1976 и А.А. Андрейчука в 1983 имеет вид:

$$P_d = 24.7 + 0.9 \times a - 0.3 \times b - 0.4 \times d + 10.1 \times G^{0.85}, (23)$$

где P_d – показатель относительной противодефляционной устойчивости почвы; a – содержание ила ($\leq 0,001$ мм.), %; b – мелкого песка (0,05-0,25 мм.), %; d – крупного песка ($> 0,25$ мм.), %; G – гумуса, %.

Коэффициенты приведены в таблице 21.

Таблица 21 –Характеристика почвы по содержанию

| Почвенные типы и подтипы | Мех.состав | Ил% | Мелкий песок,% | Крупный песок% | Гумус% |
|----------------------------|-------------|-----|----------------|----------------|--------|
| Чернозем типичный | глинистый | 38 | 42 | 20 | 0,2 |
| Чернозем мощный | | | | | |
| Чернозем выщелоченный | | | | | |
| Дерново-карбонатный | суглинистый | 35 | 45 | 20 | 0,4 |
| Чернозем оподзоленный | глинистый | 36 | 40 | 24 | 1,3 |
| Чернозем горный | | | | | |
| Чернозем обыкновенный | суглинистый | 30 | 40 | 30 | 1,3 |
| Бурая лесная, горно-лесная | | | | | |
| Бурая лесная оподзоленная | | | | | |
| Красноземы | | | | | |
| Темно серая лесная | | | | | |
| Серая лесная | | | | | |
| Чернозем карбонатный | | | | | |
| Коричневая,горная | глинистый | 30 | 40 | 30 | 0,6 |
| коричневая | | | | | |
| Темно-каштановая, | суглинистый | 28 | 42 | 30 | 1,6 |
| Желтоземы | супесчаный | 25 | 40 | 35 | 0,1 |
| Дернов-подзолистая | глинистый | 28 | 40 | 32 | 1,6 |
| Светло-серая лесная | | | | | |
| Чернозем южный | суглинистый | 25 | 41 | 34 | 1 |
| Каштановая | супесчаный | 22 | 45 | 33 | 1 |
| Коричневая серая | | | | | |
| Типичный серозем | суглинистый | 30 | 45 | 25 | 0,4 |
| Светло-каштановая | | | | | |
| Светло-коричневая | | | | | |
| Бурая полупустынная | супесчаный | 35 | 40 | 25 | 1,3 |
| Подзолы | | | | | |
| Сероземы | суглинистый | 25 | 40 | 35 | 1,8 |
| Серо-бурая полупустынная | супесчаный | 20 | 50 | 30 | 1,1 |

Переход от относительной характеристики противодефляционной устойчивости к пороговым скоростям приводится по таблице 22. Чем больше величина противодефляционной устойчивости почв, тем больше пороговая скорость и, следовательно, они более устойчивы к развеванию ветром.

Таблица 22 - Противодефляционная устойчивость почв и пороговые скорости ветра

| Пд | 15 | 16-25 | 26-35 | 36-50 | 51-65 | 66-75 | 76-85 | 86-95 | >96 |
|---------------------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Пороговая скорость ветра, U_0 (м/с) | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

Дефляционный потенциал ветра.

Выше отмечалось, что скорость перемещения почвы пропорциональна кубу скорости ветра, что свидетельствует о возможности вычисления активного фактора дефляции как функции скорости ветра. Для оценки дефлирующей способности ветров по определяется согласно Г.А. Ларионова дефляционным потенциалом ветра. Дефляционный потенциал ветра рассчитывается для разных пороговых скоростей u_{0i} (8, 10, 12 и 14 м/с) по зависимости, имеющей следующий вид:

$$B_i = 0.001 \sum_1^n (u_j^3 f_j \frac{1}{1 + 10^{8(1-u_j/u_{0i})}}), \quad (24)$$

где B_i — дефляционный потенциал для i -й пороговой скорости; u_j — средняя скорость ветра j -и скоростной градации, (м/с); f_j — повторяемость ветров j -и скоростной градации от общего числа наблюдений в месяце, (%).

Оценка роли рельефа и местоположения на склоне учитывается с помощью поправки в величину дефляционного потенциала ветра B_i на рельеф контура по сравнению с данными ближайшей метеостанции, по которой ведется расчет:

$$B_i' = B_i \times \left(\frac{K'}{K_0}\right)^3, \quad (25)$$

где B_i' — дефляционный потенциал ветра в контуре для i -той пороговой скорости; B_i — дефляционный потенциал ветра, где расположена метеостанция; K' — поправочный коэффициент на рельеф контура; K_0 — поправочный коэффициент на рельеф, где расположена метеостанция;

| | |
|--|---------------------------|
| открытое ровное место - | $K_0, K' = 1$ |
| наветренные склоны возвышенностей и гряд: | |
| приводораздельные поверхности - | $K_0, K' = 1.1 \div 1.3$ |
| средняя часть - | $K_0, K' = 1.0 \div 1.1$ |
| нижняя часть - | $K_0, K' = 0.9 \div 1.0$ |
| подветренные склоны возвышенностей и гряд: | |
| средняя и верхняя часть - | $K_0, K' = 1.1 \div 1.2$ |
| нижняя часть - | $K_0, K' = 1.1 \div 1.3,$ |

Оценка почвозащитной роли растительности и системы обработки почвы производится через значения почвозащитного коэффициента

растительности (K_B) основных полевых культур и кормовых угодий и см. таблица 23.

Таблица 23 - Почвозащитный коэффициент (K_6) растительности основных полевых культур и естественных кормовых угодий

| Озимые зерновые | | Яровые густопокровные | | Высокостебельные пропашные | | Низкорослые пропашные | |
|-----------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| Отвальная | Плоскорезная | Отвальная | Плоскорезная | Отвальная | Плоскорезная | Отвальная | Плоскорезная |
| 0.14 | 0.02 | 0.44 | 0.02 | 0.48 | 0.48 | | |

С учетом рассмотренных оценок интенсивность дефляции определяется по формуле:

$$D = \frac{Cz}{1 + 10^{4.44 - 0.4z}}, \quad (26)$$

где D – интенсивность дефляции, (т/га/год); $C=4.54$ — коэффициент пропорциональности, (т/га/ед.); m – коэффициент, определяемый в зависимости от пороговых скоростей ветра u_{0i} ; из таблицы 23 берется почвозащитный коэффициент (K_6) растительности основных полевых культур, полевая культура дана в исходных данных.

Величина коэффициента m в зависимости от пороговых скоростей ветра u_{0i} в таблице 24.

$$z = B'_i K_B m B_i^{-0.22}; \quad (27)$$

Таблица 24 – Величина коэффициента m в зависимости от пороговых скоростей ветра u_{0i}

| u_{0i} , м/с | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| m | 1.695 | 1.691 | 1.673 | 1.637 | 1.580 | 1.509 |

Вопросы для самоконтроля по теме 3.1:

1. Понятие дефляция
2. Пояса дефляции в зависимости от индекса сухости, пояснить.
3. Причин, способствующих возникновению ветровой эрозии
4. Что понимают под характеристикой ветра, пояснить.
5. Влияние препятствий на ветер, пояснить.
6. Виды дефляции, назвать.
7. Пороговая скорость ветра
8. Понятие противодефляционная устойчивость почв
9. Понятие дефляционный потенциал ветра

Таблица 25 - Исходные данные для расчета ветровой эрозии

| № Варианта | Почвенные данные | | Скорость ветра u_j (м/с) | | | Кв | К' |
|---------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------|-------|---|-----|
| | Почвенные типы и подтипы | Механически й состав | 8,5 | 10,5 | 12,5 | | |
| | | | повторяемость f_j (%) | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Светло-серая лесная | суглинистый | 4,44 | 3,81 | 2,18 | Озимые зерновые отвальная | 1 |
| 2 | Серо-бурая полупустынная | суглинистый | 2,91 | 1,35 | 2,08 | Озимые зерновые плоскорезная | 1,1 |
| 3 | Коричневая, горная коричневая | супесчаный | 0,58 | 0,08 | 0,05 | Яровые густопокровны е отвальная | 1,2 |
| 4 | Темно- каштановая | глинистый | 1,08 | 0,25 | 0,05 | Озимые зерновые плоскорезная | 1,3 |
| 5 | Для подзолов | суглинистый | 0,62 | 0,09 | 0,02 | Яровые густопокровны е отвальная | 0,9 |
| 6 | Коричневая серая | суглинистый | 0,75 | 0,25 | 0,08 | Высокостебель ныепропаш отвальная | 1,1 |
| 7 | Светло- коричневая | суглинистый | 0,75 | 0,15 | 0,7 | Низкорослые пропаш плоскорезная | 1 |
| 8 | Бурая полупустынная | супесчаный | 0,56 | 0,16 | 0,08 | Озимые зерновые плоскорезная | 1,1 |
| 9 | Чернозем типичный | глинистый | 0,56 | 0,07 | 0,014 | Озимые зерновые плоскорезная | 1,2 |
| 10 | Бурая лесная оподзоленная | глинистый | 9 | 3,75 | 1,42 | Яровые густопокровны е отвальная | 1 |
| 11 | Чернозем южный | супесчаный | 8,06 | 3,63 | 0,81 | Озимые зерновые плоскорезная | 0,9 |
| 12 | Светло - каштановая | супесчаный | 2,83 | 0,33 | 0,25 | Яровые густопокровны е отвальная | 1,1 |
| 13 | Подзолы | суглинистый | 9,03 | 3,23 | 0,56 | Высокостебель ныепропаш отвальная | 1,2 |
| 14 | Чернозем карбонатный мицелярный | суглинистый | 6,58 | 3,25 | 1,25 | Низкорослые пропаш плоскорезная | 1,3 |

Продолжение таблицы 25

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----|-------------------------------|-------------|------|------|------|-----------------------------------|-----|
| 15 | Каштановая | глинистый | 5,89 | 2,26 | 0,48 | Озимые зерновые отвальная | 0,9 |
| 16 | Чернозем выщелоченный | глинистый | 4,99 | 2 | 0,66 | Озимые зерновые плоскорезная | 1,1 |
| 17 | Красноземы | суглинистый | 3,47 | 0,48 | 0,08 | Яровые густопокровные отвальная | 1 |
| 18 | Сероземы | супесчаный | 2,92 | 0,92 | 0,08 | Высокостебельные пропаш отвальная | 0,9 |
| 19 | Типичный серозем | суглинистый | 4,92 | 0,97 | 0,16 | Низкорослые пропаш плоскорезная | 1,2 |
| 20 | Чернозем мощный | суглинистый | 1,6 | 0,29 | 0,03 | Озимые зерновые отвальная | 1,1 |
| 21 | Дерново-карбонатный | суглинистый | 1,37 | 0,24 | 0,16 | Яровые густопокровные отвальная | 1 |
| 22 | Чернозем обыкновенный | глинистый | 2,17 | 0,75 | 0,25 | Высокостебельные пропаш отвальная | 0,9 |
| 23 | Темно-серая лесная | глинистый | 2,74 | 1,13 | 0,56 | Низкорослые пропаш плоскорезная | 1,1 |
| 24 | Серая лесная | глинистый | 0,81 | 0,24 | 0 | Озимые зерновые плоскорезная | 1,3 |
| 25 | Для дерново-подзолистой почвы | супесчаный | 2,17 | 0,75 | 0,25 | Озимые зерновые плоскорезная | 1 |
| 26 | Чернозем выщелоч оподзоленный | глинистый | 3,55 | 2,1 | 0,48 | Яровые густопокровные отвальная | 0,9 |
| 27 | Чернозем горный | суглинистый | 3 | 1 | 0,5 | Высокостебельные пропаш отвальная | 1,2 |

Практическое задание 10

Определение устойчивости почв, дефляционного потенциала ветра

Задание:

1. Определить противодефляционную устойчивость почвы, см. формула 23, исходные данные приведены в таблице 25

2. Определить дефляционный потенциал ветра, см. формула 24, исходные данные приведены в таблице 25.

Практическое задание 11 Оценка роли рельефа и местоположения на склоне. Оценка почвозащитной роли растительности и системы обработки почвы. Расчет интенсивности дефляции.

Задание:

1. Оценить влияние рельефа на дефляцию, см. формула 25, исходные данные таблица 25.
2. Оценить почвозащитную роль растительности и системы обработки почвы, см. таблица 23, исходные данные таблица 25.
3. Определить дефляцию на поле занятом полевой культурой, см. формулы 26, 27, таблица 24, исходные данные таблица 25.
4. Определить дефляцию на поле занятом чистым паром, принять для расчета $K_b=1.0$, см. формулы 26, 27, таблица 24.
5. Сделать выводы о результатах расчета.

3.1.1 Противодефляционные мероприятия

Основные принципы оценки и картографирования *дефляционно-опасных* пахотных земель аналогичны принципам оценки и картографирования эрозионно-опасных земель. Рассмотрим этот вопрос, следуя Г.А. Ларионову

Для составления карты пороговых скоростей ветра используются соответствующего масштаба почвенные карты. Для каждой почвенной разности, показанной на них, из фондовых или литературных источников выбираются данные, необходимые для расчета противодефляционной устойчивости, а затем вычисляются относительные показатели устойчивости, по которым определяются средние пороговые значения скоростей ветра. Таким образом составляется карта пороговых значений скорости ветра, в основу которой положена контуровка почвенной карты. Выделы с близкими значениями пороговых скоростей объединяются.

Далее на картах необходимо выделить пахотные земли и естественные кормовые угодья, так как они существенно различаются по почвозащитным характеристикам. Для расчета агродефляционного индекса растительности полевые культуры объединяются в следующие группы: 1) озимые; 2) яровые густопокровные; 3)

высокостебельные пропашные; 4) пропашные корнеплоды и клубнеплоды. Эти группы в свою очередь по способу обработки почвы делятся на подгруппы: а) отвальная, б) плоскорезная. Пары выделяются отдельно и также делятся по способу обработки почвы. Затем рассчитываются площади (в %), занятые перечисленными выше группами и подгруппами культур. В соответствии с характеристиками растительного покрова соответствующие значения $K_{гсм}$. таблица 24, вписываются в контуры выделенных угодий.

Совмещением карт пороговых скоростей ветра и карты дефляционных индексов растительности территория делится на элементарные ареалы, в которые вписываются значения дефляционного потенциала ветра V_i . Последние снимаются с соответствующих карт или рассчитываются по данным о повторяемости ветров с различными скоростями согласно приведенным выше рекомендациям.

Заключительным этапом является расчет интенсивности дефляции на пашне по формуле 26. Для пастбищ может быть рассчитана только балльная характеристика дефляционной опасности, поскольку данные о значениях коэффициента C для кормовых угодий, где почвы не пахутся, отсутствуют.

При крупномасштабном картографировании, используемом для проектирования противодефляционных мер, целесообразно оценивать дефляционный потенциал *без фактора растительности*. В равнинной местности при этом изменчивость дефляционной опасности будет определяться распределением почвенного покрова. При крупномасштабных исследованиях необходимые данные для расчета противодефляционной устойчивости и определения пороговых скоростей ветра для встречающихся на картируемой территории почвенных разностей могут быть взяты из пояснительных записок к почвенным картам. Величины дефляционных потенциалов ветра рассчитываются по повторяемости ветров различной скорости на ближайшей метеорологической станции. Поэтому контуры, выделенные по признаку пороговой скорости, делятся еще по элементам рельефа, перечисленным выше.

Потенциальная интенсивность дефляции служит для определения состава противодефляционных мер. На первом этапе состав культур, технология их возделывания изменяются таким образом, чтобы

темпы дефляции не превышали допустимых потерь почвы $D_{\text{доп}}$, т. е. соблюдалось условие:

$$\frac{D_{\text{доп}}}{C_{zi} \times (1 + 10^{4,44 - 0,42})} \geq 1, \quad (28)$$

Если агротехническими мерами снизить дефляцию до приемлемого уровня не удастся, в состав противодефляционных мер вводятся лесные полосы и определяется расстояние между ними.

Следуя Г.А. Ларионову, можно предложить следующую экспресс-методику. По результатам расчета дифляционного потенциала ветра строится график зависимости между V_i и пороговыми скоростями u_{0i} по данным ближайшей метеостанции. По графику находится такая фиктивная пороговая скорость u'_{0i} , которой соответствует значение V_i удовлетворяющее условию (28). Расстояние между лесными полосами определяется по зависимости (29) предложенной М.И. Долгилевичем (1973), в которой скорость ветра в межполосном пространстве заменена на фиктивную пороговую скорость u'_{0i} , а скорость ветра на открытом участке – на пороговую скорость для конкретной почвы u_0 . Формула имеет вид:

$$L = H \cdot 10^{1,2 u'_{0i} / u_{0i} + 0,58} \quad (29)$$

где L - расстояние между лесными полосами, (м); H —высота лесной полосы, (м).

Рассмотрим пример расчета расстояния между лесополосами

Пусть в принятых обозначениях $H=6$ (м), $u_{0i}= 8.0$ (м/с). Фиктивная пороговая скорость u'_{0i} , отвечающая условию (28), равна 9.5 (м/с).

По формуле (29) при этих условиях получаем расстояние между лесополосами $L= 606.9$ м.

Вопросы для самоконтроля по теме 3.1.1:

1. Описать каким образом производятся противодефляционные мероприятия.
2. Пояснить какая величина служит для определения состава противодефляционных мер.
3. Пояснить каким образом производится расчет расстояния между лесополосами.

Практическое задание 12 Расчет расстояния между лесополосами.

Задание:

1. Рассчитать расстояние между лесополосами L , по формуле 29, пороговую скорость ветра, смотреть согласно, предыдущих расчетов, исходные данные в таблице 26.

Таблица 26. Исходные данные для расчета расстояний между лесополосами

| u_{0i} (м/с) | u'_{0i} (м/с) | H (м) | L |
|----------------|-----------------|-------|---|
| 6 | 7.5 | 4.5 | |
| 7 | 8.9 | 6 | |
| 8 | 9.5 | 5.4 | |
| 9 | 10.6 | 4.7 | |
| 10 | 11.7 | 6 | |
| 11 | 12.2 | 5 | |
| 12 | 13 | 4.8 | |

Банк тестовых заданий для текущего контроля

| Тема | ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ |
|--------|---|
| 1.1.1 | <i>Дать определение:</i> эрозии почв |
| 1.1.2 | <i>Выбрать правильный ответ, эрозия бывает:</i> 1. водная 2. наземная 3. подземная 4. ветровая |
| 1.1.3 | <i>Выбрать правильный ответ, в каких единицах выражается эрозия:</i> 1. кг/га 2. мм/мин 3. м ³ 4. т/га год 5. мм/год |
| 1.1.4 | <i>Дать определение, от каких вод образуется водная эрозия</i> |
| 1.1.5 | <i>Выбрать правильный ответ, сколько классов эрозионной опасности земель:</i> 1.4 2.3 3.5 4.6 |
| 1.1.5 | <i>Дать определение:</i> класс эрозионной опасности земель |
| 1.1.6 | <i>Соответствует ли определение:</i> Сеть понижений на земной поверхности, в которых накапливается или по которым стекает талая или дождевая вода, называют гидрографической сетью. |
| 1.1.7 | <i>Дать определение:</i> водная эрозия бывает |
| 1.1.8 | <i>Дать определение:</i> водоемам и водотокам |
| 1.1.9 | <i>Соответствует ли определение:</i> водотоки и водоемы могут быть постоянными, в которых постоянно присутствует вода, и временными, которые заполняются водой только во время снеготаяния или интенсивного выпадения жидких осадков. |
| 1.1.10 | <i>Дать определение,</i> какие бывают формы рельефа |
| 1.1.11 | <i>Привести последовательность</i> к современным формам водно-эрозионного рельефа относится: 1. Овраги 2. Струйчатые размывы 3. Промоины |
| 1.1.11 | <i>Привести:</i> современные формы эрозионного рельефа |
| 1.1.12 | <i>Выбрать правильный ответ</i> что относится к плоскостной эрозии: 1. промоины 2. овраги 3. струйчатые размывы |
| 1.1.13 | <i>Дать определение:</i> плоскостная эрозия |
| 1.1.14 | <i>Выбрать правильный ответ</i> как называют плоскостную эрозию: 1. струйчатые размывы 2. ручейковой эрозией 3. промоины 4. овраги |
| 1.1.15 | <i>Выбрать правильный ответ,</i> что относится к линейной эрозии: |

| | |
|--------|--|
| | <ol style="list-style-type: none"> 1 промоины 2 овраги 3 струйчатые размывы 4 ручейковой эрозией 5 ложбина 6 лощина |
| 1.1.16 | <i>Перечислить древние формы эрозионного рельефа</i> |
| 1.1.17 | <i>Верно ли определение:</i> площадь, с которой вода стекает в рассматриваемый водоток или водоем, называется площадью водосбора F. |
| 1.1.18 | <i>Дать определение:</i> линия водораздела |
| 1.1.19 | <i>Соответствует ли определение:</i> Природное тело, приблизительно однородное по химическому составу и физическим свойствам, образующееся в результате физико-химических процессов на поверхности или в глубинах Земли (и др. космических тел) – называется минералом. |
| 1.1.20 | <i>Привести последовательность происхождения горных пород:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1 современные 2 магматические 3 осадочные 4 экзотические 5 древние 6 метаморфические |
| 1.1.21 | <i>Дать определение:</i> что такое магматические горные породы |
| 1.1.22 | <i>Дать определение:</i> что такое осадочные породы |
| 1.1.23 | <i>Привести последовательность осадочных пород, в зависимости от крупности частиц по уменьшению величины фракций:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. Валуны 2. Галька 3. Гравий 4. Бульжник 5. Пески 6. Глины 7. Камни |
| 1.1.24 | <i>Дать определение:</i> что такое метаморфические горные породы |
| 1.1.25 | <i>Выбрать правильный ответ, что относится к экзогенным процессам:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. карстообразование 2. суффозия 3. оползни 4. солифлюкция 5. струйчатые размывы 6. лощина. |
| 1.1.26 | <i>Выбрать правильный ответ к карстообразованию относится:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1. кары |

| | |
|--------|--|
| | <ol style="list-style-type: none"> 2. поноры 3. карстовые воронки 4. карстовые озера 5. карстовые полости 6. пещеры 7. механическое вымывание пылеватых частиц |
| 1.1.27 | <i>Соответствует ли определение:</i> Суффозия – механическое вымывание пылеватых частиц и вынос подземными водами растворимых веществ из рыхлых пород, приводящее к оседанию вышерасположенных толщ и образование на поверхности Земли суффозионных воронок, провальных впадин. |
| 1.2.1 | <i>Дать определение:</i> что такое гидротермический коэффициент (ГТК) |
| 1.2.2 | <i>Привести последовательность по величине</i> ГТК выделяют следующие зоны: <ol style="list-style-type: none"> 1. сухого земледелия, ГТК менее 1.0; 2. избыточно влажная, ГТК выше 1.5 – 2.0; 3. обеспеченная влагой, ГТК от 2.0 до 1.0; 4. зона ирригации, ГТК менее 0.5. |
| 1.2.3 | <i>Соответствует ли определение:</i> М.И. Будыко предложил для характеристики климатических условий использовать индекс сухости $I = Z_{\text{макс}}/X$, где $Z_{\text{макс}}$ и X – годовые значения максимально возможного испарения и осадков. |
| 1.2.4 | <i>Дать определение</i> интенсивности дождя |
| 1.2.5 | <i>Выбрать правильный ответ</i> интенсивность дождя измеряется: <ol style="list-style-type: none"> 1. мм/мин 2. кг/м³ 3. Дж/куб.м 4. Дж/куб.м |
| 1.2.6 | <i>Выбрать правильный ответ</i> на сколько групп, с точки зрения эрозионного эффекта разделяют дожди: <ol style="list-style-type: none"> 1. три группы 2. пять групп 3. две группы |
| 1.2.7 | <i>Выбрать правильный ответ</i> ли это: <ol style="list-style-type: none"> 1. продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток, со средней интенсивностью, а 2—10 мм/час, 2. короткие и интенсивные дожди продолжительностью не более 2—3 час и средней интенсивностью а >10 мм/час 3. продолжительностью от 2—3 суток и больше, и со средней интенсивностью, а 1—2 мм/час. |
| 1.2.8 | <i>Выбрать правильный ответ</i> обложные дожди это: <ol style="list-style-type: none"> 1 продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток, со средней интенсивностью, а 2—10 мм/час, 2 короткие и интенсивные дожди продолжительностью не более 2—3 час и средней интенсивностью а >10 мм/час 3 продолжительностью от 2—3 суток и больше, и со средней интенсивностью, а 1—2 мм/час. |
| 1.2.9 | <i>Дать определение:</i> что определяют интенсивность дождя и количество осадков за |

| | |
|--------|---|
| | весь дождь |
| 1.2.10 | <i>Пояснить:</i> как определяется эрозионный потенциал талых вод |
| 1.2.11 | <i>Соответствует ли высказывание,</i> что смыв почвы при снеготаянии начинается с момента появления проталин. До этого талая вода фильтруется через толщу снега и накапливается под ним, не вызывая смыва. |
| 1.2.12 | <i>Пояснить:</i> какая эрозия преобладает в зонах сухого земледелия |
| 1.2.13 | <i>Пояснить:</i> какая эрозия преобладает в зоне избыточного увлажнения |
| 1.2.14 | <i>Пояснить:</i> какая эрозия преобладает в зоне достаточного увлажнения |
| 1.3.1 | <i>Соответствует ли определение:</i> чем больше оструктуренность почвы, наличие связанных агрегатов и их высокая водопрочность, тем выше противоэрозионная устойчивость почв. |
| 1.3.2 | <i>Соответствует ли высказывание:</i> Чем больше в почве гумуса, глинистой фракции, поглощенного кальция и чем меньше карбонатов, пылеватой и мелкопесчаной фракций, тем выше ее противоэрозионная устойчивость. |
| 1.3.3 | <i>Пояснить:</i> от чего зависит эродированность (смываемость) почв |
| 1.3.4 | <i>Соответствует ли определение:</i> Эродированными (смытыми или дефлированными) называются почвы, потерявшие верхнюю часть профиля под влиянием процессов эрозии. |
| 1.3.5 | <i>Выбрать правильный ответ</i> эродированными (дефлированными) называются почвы: <ol style="list-style-type: none"> 1. потерявшие верхнюю часть профиля под влиянием процессов эрозии 2. на которых образуется овраг 3. на которых нет растительности |
| 1.3.6 | <i>Пояснить:</i> в чем заключается почвозащитная роль растительного покрова. |
| 1.3.7 | <i>Пояснить:</i> как влияет рельеф на интенсивность эрозии |
| 1.3.8 | <i>Приведите последовательность</i> по снижению противоэрозионной устойчивости подтипов черноземных почв: <ol style="list-style-type: none"> 1. Чернозем оподзоленный 2. Чернозем типичный 3. Чернозем выщелоченный 4. Чернозем обыкновенный 5. Чернозем карбонатный 6. Чернозем южный |
| 1.3.9 | <i>Верно ли высказывание:</i> с ростом расстояния от водораздела (L) возрастает площадь вышерасположенной части склона (площадь водосбора), и, следовательно, объем стока воды. |

| | |
|--------|--|
| 1.3.10 | <p><i>Приведите последовательность</i> по снижению противозерозионной устойчивости подтипов серых лесных почв:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Серые 2. Темно серые 3. Светло серые |
| 1.3.11 | <p><i>Соответствует ли высказывание:</i> с увеличением степени смытости изменяется окраска почв, при этом пашня приобретает буроватый оттенок. Такие почвы отличаются повышенным содержанием песка, снижением водопропускности структуры и плотности.</p> |
| 1.3.12 | <p><i>Пояснить:</i> карты, какова масштаба, используются при районировании эрозионному потенциалу рельефа:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 1:25000 2. 1:1000000 3. 1:10000 |
| 1.3.13 | <p><i>Выбрать правильный ответ</i> противозерозионная устойчивость почв при движении с юга на север с изменением генетических типов почв (от черноземов к серым лесным, дерново-подзолистым и подзолистым):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. уменьшается 2. увеличивается |
| 1.3.14 | <p><i>Пояснить:</i> что такое смываемость почвы (эродируемость)</p> |
| 2.1.1 | <p><i>Выбрать правильный ответ:</i> потенциальный смыв</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 смыв почвы в условиях чистого пара, выраженный в т/га в год. 2 естественный почвообразовательный процесс, для каждого типа почвы в т/га в год. |
| 2.1.2 | <p><i>Привести уравнение</i> для расчета потенциального смыва земель от стока ливневых вод</p> |
| 2.1.3 | <p><i>Приведите формулу</i> эрозионного потенциала осадков</p> |
| 2.1.4 | <p><i>Выбрать правильный ответ:</i> эродируемость почв это:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. смываемость почв 2. общее содержание влаги в почве 3. способность почвы удерживать влагу |
| 2.1.5 | <p><i>Привести формулу</i> расчета эродируемости почвы</p> |
| 2.1.6 | <p><i>Пояснить:</i> от чего зависит эродируемость почв</p> |
| 2.1.7 | <p><i>Привести уравнение</i> влияния рельефа на потенциальный смыв земель</p> |
| 2.1.8 | <p><i>Привести последовательность</i> расчета R:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. на склоне участка строится линия тока 2. определяется уклон на каждом участке 3. линия тока разбивается на отрезки 100 м длины 4. длины отрезков берутся с нарастающим итогом |

| | |
|--------|---|
| 2.1.9 | <i>Привести уравнение</i> для расчета потенциального смыва земель от стока талых вод |
| 2.1.10 | <i>Выбрать правильный ответ</i> эродирующая способность талых вод рассчитывается как произведение максимального снегозапаса ($S_{25\%}$, мм) 25% -ой обеспеченности и...: <ol style="list-style-type: none"> 1. интенсивность снеготаяния в часы пик 2. индекс дождя 3. эрозионного потенциала талых вод |
| 2.1.11 | <i>Выбрать правильный ответ:</i> для чего проводятся противоэрозионные мероприятия: <ol style="list-style-type: none"> 1. что бы обеспечить смыв почвы ниже допустимых значений 2. что бы определить сроки посева и уборки урожая 3. что бы определить, что состав севооборотов не удовлетворяет условиям защиты почвы от водной эрозии |
| 2.1.12 | <i>Выбрать правильный ответ:</i> что такое допустимый смыв <ol style="list-style-type: none"> 1. общее содержание влаги в почве 2. смыв почвы в условиях чистого пара, выраженный в т/га в год. 3. количество смываемой почвы с единицы площади, которое соответствует скорости естественного почвообразовательного процесса |
| 2.1.13 | <i>Пояснить:</i> что такое земледелие |
| 2.1.14 | <i>Выбрать правильный ответ:</i> севооборот это: <ol style="list-style-type: none"> 1. распаханые территории хозяйства, используемые под кормовые культуры 2. все земли сельскохозяйственного назначения 3. обоснованное чередование сельскохозяйственных культур (в том числе и чистого пара) во времени и на полях |
| 2.1.14 | <i>Верно ли определение:</i> Структура посевных площадей (количество пашни, занимаемой той или иной культурой в гектарах и процентах от общей площади пашни севооборота) определяет ежегодное размещение культур по площади, а севооборот – чередование их (при необходимости и чистого пара) во времени (по годам) и в пространстве (по полям). |
| 2.1.15 | <i>Выбрать правильный ответ</i> севообороты бывают: <ol style="list-style-type: none"> 1. полевые, 2. кормовые 3. специальные 4. зерновые |
| 2.1.15 | <i>Привести соответствие:</i> <ol style="list-style-type: none"> 1) Полевые севообороты 2) Кормовые севообороты 3) Специальные севообороты <p>А) те, в которых более половины всей площади отводится для возделывания</p> |

| | |
|--------|---|
| | <p>зерновых, технических полевых культур и картофеля.</p> <p>Б) те, в которых более половины всей площади занимают кормовые культуры.</p> <p>В) те, в которых размещаются культуры, требующие специальных условий и агротехники возделывания.</p> |
| 2.1.16 | <p><i>Выбрать правильный ответ</i> что бы проверить, насколько правильно спланированы севообороты с учетом эрозионной опасности необходимо определить:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. комплексный коэффициент севооборота 2. потенциальный смыв 3. допустимый смыв 4. общее содержание влаги в почве 5. индекс дождя 6. интенсивность снеготаяния в часы пик |
| 2.1.17 | <p><i>Соответствует ли определение:</i> основным типом являются полевые севообороты, они располагаются на любых почвенных разностях в каждом подразделении хозяйства: отделении, ферме, бригаде.</p> |
| 2.1.18 | <p><i>Выбрать правильный ответ</i> кормовые севообороты в зависимости от места расположения и состава культур делят на:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. прифермские 2. полевые 3. сенокосно-пастбищные |
| 2.1.19 | <p><i>Пояснить:</i> какие бывают культуры в севообороте</p> |
| 2.1.20 | <p><i>Выбрать правильный ответ:</i> по способу возделывания культуры бывают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. культуры сплошного сева 2. пропашные 3. комплексные |
| 2.1.21 | <p><i>Пояснить:</i> для чего проводится агротехнические приемы обработки почв</p> |
| 2.1.22 | <p><i>Верно ли определение:</i> обработка почвы – это механическое воздействие на почвы рабочими органами машин и орудий, обеспечивающее создание наилучших условий для возделывания культур.</p> |
| 2.1.23 | <p><i>Выбрать правильный ответ</i> Приемы обработки почвы бывают:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. специальные 2. заказные 3. весеннее-летние 4. осенние 5. общие |
| 2.1.24 | <p><i>Перечислить</i> общие приемы обработки почвы</p> |

| | |
|--------|--|
| | |
| 2.1.25 | <i>Перечислить</i> специальные приемы обработки почвы |
| 2.1.26 | <i>Соответствует ли определение:</i> Система обработки почвы – это совокупность приемов обработки почвы, выполняемых в определенной последовательности и подчиненных решению ее главных задач применительно к почвенно-климатическим условиям. |
| 2.1.27 | <i>Привести последовательность</i> система обработки почвы подразделяется: <ol style="list-style-type: none"> 1. послепосевную – в период от посева до уборки растений 2. основную – обработку полей в летне-осенний, весенний период, 3. предпосевную – перед посевом или посадкой возделываемых культур |
| 2.1.28 | <i>Пояснить:</i> Какими условиями можно учесть снижение смыва до допустимых размеров на склонах, занятых сельскохозяйственными культурами, паром или зябью |
| 2.2.1 | <i>Выбрать правильный ответ:</i> под оврагом следует понимать: <ol style="list-style-type: none"> 1. узкое и глубокое (от 1.5 до 10 – 30 м) понижение, линейно вытянутое, нередко ветвистое, с крутыми, часто вертикальными склонами, лишенными или почти лишенными растительности. 2. струйчатые размывы 3. ручейковую эрозию |
| 2.2.2 | <i>Привести последовательность</i> классификации оврагов в зависимости от условий рельефа вершинные <ol style="list-style-type: none"> 1. донные овраги 2. озерные 3. речные 4. береговые 5. приморские |
| 2.2.3 | <i>Соответствует ли определение:</i> Глубина и форма донного оврага зависит от характера грунта. |
| 2.2.4 | <i>Привести соответствие,</i> в зависимости от интенсивности эрозии и процессов, формирующих склоны, различают следующие типы оврагов: <ol style="list-style-type: none"> 1. Овраги выноса 2. Овраги с обвально-осыпными или оползневыми шлейфами на склонах 3. Овраги со склонами естественного откоса. <ol style="list-style-type: none"> А) Они относятся к затухающим образованиям. Склоны их более пологие (30—35°), на них происходят процессы оплывания и поверхностного смыва. На склонах и местами на днищах наблюдается разреженный травяной покров Б) Энергично растущие, с очень <i>крутыми склонами обвально-осыпного срыва</i>. Характеризуются активными донными и склоновыми процессами В) Образуются в стадии замедления роста оврага, когда рыхлые массы, поступающие со склонов, не выносятся водным потоком, накапливаясь у |

| | |
|--------|--|
| | подножия. |
| 2.2.5 | <i>Пояснить:</i> Какие стадии в процессе развития оврага можно выделить |
| 2.2.6 | <i>Пояснить:</i> Какие факторы учитываются при расчете максимальных размеров оврага |
| 2.2.6 | <i>Пояснить:</i> Для предотвращения развития овражной эрозии необходимо знать..... перечислить |
| 2.2.7 | <p><i>Привести последовательность</i>шкалы оценки интенсивности роста оврагов М.Н. Заславского:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Слабая 2. Средняя 3. Сильная 4. Очень сильная 5. Чрезвычайно сильная <p>А) среднегодовой прирост оврагов – от 0.5 до 1 м.</p> <p>Б) средний годовой прирост оврагов до 0.5 м.</p> <p>В) средне годовой прирост оврагов от 1 до 2 м.</p> <p>Г) среднегодовой прирост оврагов более 5 м</p> <p>Д) средне годовой прирост от 2 до 5 м.</p> |
| 2.2.8 | <i>Привести</i> стадии развития оврага |
| 2.2.9 | <p><i>Выбрать правильный ответ:</i>Для оценки развития оврага и последующего планирования противоэрозионных мероприятий определяется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. максимально возможная длина 2. глубина 3. площадь 4. объем оврага 5. тип почвы 6. материнскую породу |
| 2.2.10 | <i>Соответствует ли определению:</i> что определение максимального расхода воды, проходящего по оврагу, является составной частью прогноза его роста. |
| 2.2.11 | <p><i>Выбрать правильный ответ:</i>речной сток характеризуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. расходом воды 2. уровнем грунтовых вод 3. количеством выпавших осадков за период снеготаяния |
| 2.2.12 | <i>Пояснить:</i> дать определение расхода воды |
| 2.2.13 | <p><i>Выбрать правильный ответ</i>Что приводит к подвижности речного русла:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. наличие неустойчивых легко размываемых берегов 2. неустановившийся и циркуляционный характер речного потока 3. наличие оврагов 4. направление ветра |

| | |
|--------|--|
| 3.1.1 | <i>Пояснить:</i> Что такое дефляция почв |
| 3.1.2 | <i>Перечислить</i> факторы способствующие развитию дефляции |
| 3.1.3 | <i>Выбрать правильный ответ:</i> Сколько выделено поясов дефляции в зависимости от индекса сухости: <ol style="list-style-type: none"> 1. 5 2. 3 3. 6 |
| 3.1.4 | <i>Выбрать правильный ответ:</i> Скорость ветра выражается в <ol style="list-style-type: none"> 1. м/ с 2. баллах 3. Па 4. Ват |
| 3.1.5 | <i>Пояснить:</i> Для чего строят розу ветров. |
| 3.1.6 | <i>Верно ли определение:</i> Под скоростью ветраобычно подразумевается числовая величина скорости; именно ее называют скоростью ветра, а само направление вектора скорости — направлением ветра. |
| 3.1.7 | <i>Выбрать правильный ответ:</i> Какое определение из перечисленных, не относится к видам дефляции: <ol style="list-style-type: none"> 1. повседневная или местная 2. пыльнаябуря 3. пыльный суховей |
| 3.1.8 | <i>Продолжите определение:</i> Экспериментальные исследования показали, что количество материала, переносимого воздушным потоком, при прочих равных условиях |
| 3.1.8 | <i>Пояснить:</i> пороговая скоростьветра |
| 3.1.9 | <i>Выбрать правильный ответ,</i> эродлируемость отдельных частиц зависит от: <ol style="list-style-type: none"> 1. диаметра 2. плотности 3. формы 4. местоположения |
| 3.1.10 | <i>Выбрать правильный ответ</i> Почвенная влага: <ol style="list-style-type: none"> 1. способствует развитию эрозии 2. препятствует развитию эрозии |

| | |
|--------|--|
| 3.1.11 | <p><i>Выбрать правильный ответ</i> Содержание пыли и глины:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. снижает степень эродлируемости почвы 2. увеличивает степень эродлируемости почвы |
| 3.1.12 | <p><i>Пояснить:</i> Что входит в уравнение по определению характеристик относительной противодефляционной устойчивости почв</p> |
| 3.1.13 | <p><i>Пояснить:</i> Что входит в уравнение по определению дефляционного потенциала ветра</p> |
| 3.1.14 | <p><i>Соответствует ли определение</i> чем больше величина противодефляционной устойчивости почв, тем больше пороговая скорость и, следовательно, они более устойчивы к развеванию ветром.</p> |
| 3.1.15 | <p><i>Привести</i> уравнение по определению дефляционного потенциала ветра</p> |
| 3.1.16 | <p><i>Привести последовательность</i> схемы расчета дефляции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. оценка роли рельефа и местоположения на склоне. 2. оценка почвенного фактора 3. оценка ветра как агента дефляции; 4. оценка почвозащитной роли растительности и системы обработки почвы; |
| 3.1.17 | <p><i>Привести</i> формулу для расчета интенсивности дефляции</p> |

Перечень вопросов для осуществления промежуточного контроля:

1. Что такое эрозия почв, пояснить, назвать виды эрозии почв, назвать, в каких единицах выражается эрозия
2. Сколько выделено классов эрозионной опасности, назвать.
3. Что такое гидрографическая сеть, пояснить
4. Дать характеристику современным формам эрозионного рельефа
5. Охарактеризовать древние формы эрозионного рельефа
6. Что такое водораздельная линия, площадь водосбора
7. Что такое климатическая зональность эрозионных процессов, пояснить.
8. Классификационные признаки климата территории РФ, пояснить.
9. Как подразделяются дождевые точки зрения эрозионного эффекта
10. Пояснить, что такое эрозионный индекс осадков, эрозионный потенциал талых вод, пояснить.
11. Какие свойства почв влияют на их эрозионную стойкость, что включает в себя показатель смываемости (эродируемости) почвы, пояснить
12. Основные факторы почвозащитной роли растительного покрова, назвать, привести уравнение которым описывается влияние рельефа на потенциальный смыв земель.
13. Что такое потенциальный смыв, пояснить. Привести общий вид универсального уравнения смыва, назвать факторы (показатели) эрозии, входящие в универсальное уравнение.
14. Для чего проводятся противоэрозионные мероприятия, что такое допустимый смыв, пояснить
15. Что такое земледелие, пояснить
16. Понятие севооборот, для чего проводят чередование культур в севообороте, назвать основные типы севооборотов.
17. Культуры севооборота, по срокам посева и уборки урожая, по способу возделывания назвать, что такое пар в севообороте, пояснить
18. Что характеризует комплексный коэффициент севооборота, как определить, что состав севооборотов не удовлетворяет условиям защиты почвы от водной эрозии, и его нужно менять.
19. Для чего проводится агротехнические приемы обработки почв, что включают в себя общие и специальные приемы обработки почвы, пояснить.

20. При помощи, какого, уравнения, можно учесть снижение смыва до допустимых размеров на склонах, занятых сельскохозяйственными культурами, паром или зябью. Какие агротехнические мероприятия используются для уменьшения эрозионной опасности почв.
21. Что такое овраг, к какому виду эрозии относится, пояснить
22. Процесс образования и типы оврагов, пояснить
23. Привести классификацию оврагов
24. Какие типы оврагов различают в зависимости от интенсивности эрозии и процессов, формирующих склоны, пояснить
25. Как предотвратить или приостановить развитие оврагов.
26. Как рассчитать максимальные размеры оврага, пояснить привести формулы.
27. Как рассчитать расход воды дождевого паводка и весеннего половодья, пояснить для чего производятся эти расчеты, привести формулы.
28. Понятие дефляция, привести виды
29. Назвать пояса дефляции в зависимости от индекса сухости.
30. Причин, способствующих возникновению ветровой эрозии
31. Что понимают под характеристикой ветра, влияние препятствий на ветер, пояснить.
32. Пороговая скорость ветра, пояснить
33. Понятие противодефляционная устойчивость почв, от чего зависит
34. Понятие дефляционный потенциал ветра, что включает в себя эта характеристика, от чего зависит.
35. Описать каким образом производятся противодефляционные мероприятия, какая величина служит для определения состава противодефляционных мер.
36. Пояснить каким образом производится расчет расстояния между лесополосами.

Термины и определения

Водораздел — условная топографическая линия на земной поверхности, разделяющая водосборы (бассейны) двух или нескольких рек, озёр, морей или океанов, направляя сток атмосферных осадков по двум противоположным склонам.

Гидрографическая сеть — совокупность рек и других постоянно и временно действующих водотоков, а также озёр, болот и водохранилищ на какой-либо территории.

Дефляционный потенциал ветра — рассчитывается для оценки дефлирующей (разрушающей) способности ветров

Дефляция — процесс выдувания, переноса и отложения тонких продуктов выветривания горных пород (пыли, песка, и т.д.), приводящий к снижению плодородия или даже к полному уничтожению почвенного покрова.

Занятый пар — бывает сплошным, пропашным и сидеральным.

Земледелие — отрасли сельскохозяйственного производства, основанные на рациональном использовании земли с целью выращивания сельскохозяйственных культур.

Зерновые культуры — важная группа возделываемых растений, дающих зерно

Климат — многолетний режим погоды, характерный для данной местности в силу её географического положения.

Кормовые культуры — однолетние, двулетние и многолетние растения, выращиваемые для скармливания сельскохозяйственным животным.

Модуль стока — количество воды, стекающей с площади водосбора в единицу времени (л/с км²)

Обработка почвы — это механическое воздействие на почвы рабочими органами машин и орудий, обеспечивающее создание наилучших условий для возделывания культур.

Овраг — узкое и глубокое (от 1.5 до 10 – 30 м) понижение, линейно вытянутое, нередко ветвистое, с крутыми, часто вертикальными склонами, лишенными или почти лишенными растительности.

Паводок — кратковременное увеличение водности реки, при выпадении осадков

Парв земледелии — поле, оставляемое на одно лето не засеянным.

Площадь водосбора—территория земной поверхности, с которой все поверхностные и грунтовые воды стекают в данный водоём или водоток, включая различные его притоки.

Половодье—длительное увеличение водности реки, при таянии снежного покрова

Пороговая скорость ветра—скорость при которой частица отрывается от земли

Потенциальный смыв—это количественная оценка показателя интенсивности водной эрозии, под которой понимается смыв почвы в условиях чистого пара, выраженный в (т/га) в год.

Пропашные культуры —объединены в одну группу по способу возделывания.

Противодефляционная устойчивость почв — устойчивость почв к развеванию ветром.

Противоэрозионные мероприятия — комплекс мер, направленных на предотвращение и снижение негативного воздействия ветровой и водной эрозии.

Расход воды —количество воды, проходящее через поперечное сечение потока в единицу времени ($\text{м}^3/\text{с}$).

Рельеф — форма, очертания поверхности, совокупность неровностей твёрдой земной поверхности

Севооборот— научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур (в том числе и чистого пара) во времени и на полях

Технические культуры — растения, которые используют как сырьё для различных отраслей промышленности

Чистый пар —подразделяется на чёрный, ранний и поздний (чёрный и ранний могут быть кулисными).

Эрозионные формы рельефа —формы рельефа, созданные работой текучих во, к ним относятся речные долины и террасы, ущелья, овраги, промоины и пр.

Эрозия почв — разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала и сопровождающееся их отложением.

Заключение

Эрозия почвы превратилась в одну из важных проблем человечества. Состав и строение почвенного покрова, вследствие эрозии почв необратимо меняется, а интенсивное использование земель этот процесс ускоряет. Разрушается и сносится почвенный покров, вымываются питательные вещества, а грунты — истощаются. Породы, которые формировались сотни лет, могут быть уничтожены навсегда.

Настоящее учебное пособие «Эрозия почв», поможет бакалаврам направления подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование, профиль водные ресурсы и водопользование сформировать систему знаний, умений и навыков в области изучения процессов эрозии почв; в освоении основных методов борьбы с эрозией, как важного направления мелиорации земель; в создании базы знаний у студента для изучения специальных курсов с позиций рационального природопользования и охраны природы.

Библиографический список

1. Актуальные вопросы эрозиоведения. – М.:Колос, 1984. – 256с.
2. Баженова О.И. Пространственно-временной анализ динамики эрозионных процессов на юге Восточной Сибири/О.И.Баженов Е.М. Любцова , Ю.В. Рыжов, С.А. Макаров. – Н.: Наука, 1997. – 206с.
3. Бураков Д.А. Эрозия почв: учеб.пособие/Д.А.Бураков, Е.Э. Маркова. – Красноярск.: Краснояр. Гос. аграр.ун-т, 2009. – 160 с.
4. Временные методические рекомендации по разработке рабочих проектов комплекса противоэрозионных мероприятий на овражно-балочных системах. – М.:Росземпроект, 1989. – 96с.
9. Гидрологические основы водопользования ресурсами малых рек бассейнов Верхнего Енисея, Верхнего Чулыма и Нижней Ангары (рекомендации). – Красноярск. – 1990. – 208с.
5. Заславский М.Н. и др. Карта эрозионного индекса дождевых осадков Европейской территории СССР и Кавказа:в сб. эрозия почв и русловые процессы. Вып.8, М. 1981.
14. Заславский М.Н. Эрозиоведение. – М.: Высшая школа, 1983. –320 с.
15. Защита почв Сибири от эрозии и дефляции. – Новосибирск.:Наука, 1984. – 161 с.
16. Каштанов А.Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии. – М.: Россельхозиздат, 1974.
6. Ларионов Г. А. Эрозия и дефляция почв: Основные закономерности и количественная оценка. М.: МГУ, 1993.
- 10 Методические рекомендации по расчету параметров местного стока в бассейне Енисея. - Красноярск, 1989. - 79с.
7. Методические указания по проектированию противоэрозионной организации территории при внутрихозяйственном землеустройстве в зонах проявления водной эрозии. – М.: Гос.НИИ земельных ресурсов. – 1989. – 80с.
17. Пацукевич Э.В. Микроэлементы – показатель эродированности почв. В сб. Оценка и картографирование эрозионных и дефляционноопасных земель. М.: Изд-во МГУ, 1973. – с. 139-142.

ЭРОЗИЯ ПОЧВ

Учебное пособие

Иванова Ольга Игоревна

Бураков Дмитрий Анатольевич

Редактор М.М. Ионина

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000281.09.03 от 25.09.2003 г
Подписано в печать 21.09.2020. Формат 60 на 84/ 16. Бумага тип. №1. Печать – резюграф. Усл. Печ. Л. 6,75.

Тираж 55 экз. Заказ № 121

Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117