

Оглавление

Введение	7
1. Эрозия почв и эрозиоведение	9
1.1. Общие сведения об эрозии почв	9
1.2. Эрозия почв и эрозиоведение.....	11
1.3. Классификационные схемы эрозионных процессов	12
1.4. История изучения процессов эрозии и разработки противоэрозионных мероприятий.....	16
Контрольные вопросы	23
2. Физические основы эрозии почв	24
2.1. Физические основы эрозии почв, вызванной водными потоками	24
2.2. Критические скорости водного потока	28
2.3. Физические основы эрозии разбрызгивания почв дождевыми каплями.....	30
2.4. Физические основы эрозии почв, вызванной ветром.....	33
Контрольные вопросы	36
3. Факторы водной и ветровой эрозии почв	37
3.1. Климатические факторы.....	37
3.2. Геоморфологические факторы	39
3.3. Рельеф и ветровая эрозия.....	44
3.4. Свойства почв, определяющие водную эрозию	46
3.5. Свойства почв, определяющие ветровую эрозию	48
3.6. Противоэрозионная роль растительности	50
3.7. Антропогенные факторы эрозии почв	53
Контрольные вопросы	55
4. Формирование поверхностного стока	56
4.1. Водный баланс территории и характеристики стока	56
4.2. Особенности формирования стока при снеготаянии	58
4.3. Водопроницаемость почв и эрозия	61
Контрольные вопросы	63

5. Оценка водной и ветровой эрозии, классификации эродированности почв	64
5.1. Методика расчета объемов поверхностного стока и водной эрозии почв	64
5.2. Методика расчета эродированности почв ветром	69
5.3. Классификации смытых почв	75
5.4. Классификации дефлированных почв	77
Контрольные вопросы	79
6. Овражная эрозия	81
6.1. Общие сведения об оврагах	81
6.2. Стадии образования оврагов и схема их глубинного вреза	83
6.3. Факторы образования оврагов	86
6.4. Физическое моделирование оврагов	89
6.5. Растительность как фактор образования оврагов	90
6.6. Антропогенные факторы образования оврагов	92
6.7. Инженерно-геологическая классификация оврагов	93
6.8. Трансовражный размыв	97
6.9. Показатели овражной пораженности территории	100
6.10. Приовражные лесные полосы	101
6.11. Традиционные способы закрепления и хозяйственного освоения оврагов	103
6.12. Ландшафтно-инженерные работы на оврагах	109
Контрольные вопросы	113
7. Эрозия почв в горных лесах	115
7.1. Особенности горных территорий	115
7.2. Горные леса	116
7.3. Почвозащитная роль горных производных лесов	117
7.4. Лесные насаждения в борьбе с лавинами, оползнями и селями	119
7.5. Нарушение природной среды при прокладке в лесах газопроводов, нефтепроводов и линий электропередач	123
7.6. Теоретическая концепция эрозии почв при рекреации в лесах	124

7.7. Механическая эрозия при рекреации в горных лесах	126
7.8. Водная эрозия почв при рекреационных нагрузках.....	128
7.9. Фрагментация горных лесов при строительстве туристских рекреационных объектов	131
7.10. Защита поверхности лыжных трасс от эрозии	133
7.11. Противоэрозионные мероприятия на горных склонах.....	138
Контрольные вопросы	143
8. Научные основы противоэрозионных инженерно-биологических систем	144
8.1. Комплекс и система противоэрозионных мероприятий	144
8.2. Противоэрозионная инженерно-биологическая система	145
8.3. Структура ПИБС.....	147
8.4. Размещение ведущих элементов по площади ПИБС.....	152
8.5. Организация территории ПИБС	153
8.6. Иерархия ПИБС	157
Контрольные вопросы	158
9. Роль лесных полос в противоэрозионной системе.....	160
9.1. Защитные лесные насаждения	160
9.2. Стокорегулирующие лесные полосы	162
9.3. Полезащитные лесные полосы.....	164
9.4. Система лесных полос.....	166
Контрольные вопросы	170
10. Роль гидротехнических сооружений в противоэрозионной системе	172
10.1. Целевое назначение противоэрозионных сооружений	172
10.2. Простейшие земляные сооружения	172
10.3. Различные типы террас, валов и гребней.....	173
10.4. Поверхностные водоотводы (нагорные канавы)	176

10.5. Простейшие способы укрепления склонов (берегов).....	177
Контрольные вопросы.....	180
11. Роль многолетних трав в противозэрозионной системе.....	181
11.1. Залужение участков пашни.....	181
11.2. Многолетние травы на полях севооборотов.....	182
11.3. Многолетние травы в гидрографической сети.....	184
Контрольные вопросы.....	188
12. Почвозащитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в противозэрозионной системе.....	190
12.1. Ведомые и ведущие элементы ПИБС.....	190
12.2. Почвозащитные свойства культурных растений.....	191
12.3. Почвозащитная роль растительных остатков.....	192
12.4. Отвальная вспашка на склонах.....	197
12.5. Щелевание, кротование и углубление пахотного слоя.....	198
12.6. Искусственный нанорельеф.....	199
12.7. Кулисы из высокостебельных растений.....	201
12.8. Снегозадержание и применение удобрений.....	203
12.9. Бесплужные технологии.....	203
12.10. Технологии альтернативного земледелия.....	206
Контрольные вопросы.....	208
Заключение.....	209
Литература.....	218

Введение

На территории России общая площадь эродированных, дефлированных и дефляционно-опасных сельскохозяйственных угодий составляет свыше 50 %. Ежегодный смыв с обрабатываемых земель составляет 0,56 млрд т. Сток воды и наносов со склонов в земледельческой зоне поставляет в реки и водоемы до 80–90 % фосфора, азота и пестицидов. За счет водной эрозии на пашне плодородие почв снизилось на 30–60 %. Площадь оврагов превышает 1 млрд га, темпы оврагообразования составляют 10–15 тыс. га. Вследствие распашки земель в земледельческой зоне России появилось более 2 млн оврагов, общей протяженностью около 300 тыс. км и площадью свыше 6 млн га. шт./км², расчлененность — более 1,3 км/км²) наблюдается в лесостепной и степной зонах, в районах давнего земледельческого освоения. Наибольшие площади дефлированных земель находятся в Южном и Сибирском федеральном округе. Самым неблагоприятным регионом в отношении дефляции является Северный Кавказ. Здесь, на открытых равнинных территориях, где расположены основные площади пахотных земель, интенсивность дефляции достигает 50–100 т/га и более в год¹.

Без решения вопросов защиты почв от эрозии невозможно не только решение продовольственной проблемы, но и устойчивое развитие России, и биосферы в целом.

Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 июля 2017 г. № 667 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования — магистратура по направлению подготовки 35.04.01 Лесное дело» предусматривает среди объектов профессиональной деятельности магистров: искусственные лесные насаждения, гидромелиоративные системы, системы рекультивации земель, природоохранные комплексы и др.

При этом возникла необходимость в дисциплине «Эрозия почв», предметом которой являются не только процессы эрозии почв, но и системы противоэрозионных мероприятий. Такие системы — основа природоохранного комплекса аграрного

¹ <http://www.mnr.gov.ru/gosdoklad-eco-2015/land.html>

производства, основу которого составляют рукотворные лесные насаждения. Изучение дисциплины «Эрозия почв» приведет магистрантов и аспирантов к следующим результатам обучения:

Знать:

- научное обоснование дисциплины «Эрозия почв», классификационные схемы эрозии почв и эрозиоведения; историю защиты почв от эрозии;
- физические основы и факторы эрозии почв;
- условия формирования поверхностного стока;
- основы овражной эрозии;
- особенности проявления эрозии в горных лесах;
- научные основы противозерозионной инженерно-биологической системы;
- основные параметры и требования к дорожно-тропичной сети в рекреационных лесах,

Уметь:

- анализировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт и составлять обзор литературы по теме «Эрозия почв и противозерозионные системы»;
- использовать полученные знания при решении конкретных практических задач проектирования противозерозионных систем;
- оценивать воздействие водной и ветровой эрозии на агроландшафты.

Владеть:

- терминологией дисциплины «Эрозия почв»;
- методиками расчетов лесных полос и противозерозионных гидротехнических сооружений;
- основами почвозащитных технологий агроландшафтов.

1

Эрозия почв и эрозиоведение

1.1. Общие сведения об эрозии почв

Эрозия (от *лат.* *erosio* — разъедание) — разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками или ветром, включающее в себя отрыв, перенос обломков материала (почвенных частиц) и их отложение.

Ветровая эрозия (дефляция) происходит под разрушающим воздействием ветра. Она проявляется в виде повседневного (ветры поднимают в воздух почвенные частицы на одних участках и относят их на другие) выдувания и пыльных бурь (сильные ветры поднимают в воздух и переносят почвенные частицы на большие расстояния, ухудшая видимость) — см. цветные вкладки 1 и 2.

При катастрофических пыльных бурях на Северном Кавказе зимой 1969 г. почвенные частицы вместе со снегом образовывали мощные (высотой до 10 м) отложения под пологом лесных полос. Во время этой пыльной бури почвенные частицы были перенесены ветром на значительные расстояния, достигая Московской области. В районах наиболее активной ветровой эрозии с 1970 по 1985 гг. гумусовый профиль почв был утрачен до глубины 20 см.

Водная эрозия связана с поверхностным стоком на склонах: дождевым (ливневым), талым и поливным. Соответственно различают дождевую или ливневую эрозию; эрозию при снеготаянии; ирригационную эрозию. Выделяют также эрозию разрушения почвы, покрытой водной пленкой, ударами капель дождя (почвенные частицы разрушаются под действием падающих капель и разбрызгиваются в стороны) — см. цветную вкладку 3.

При этом почвенные частицы перемещаются вниз по склону. Ударное воздействие дождевых капель усиливает размывающую и транспортирующую способность временных водных потоков за счет повышения их турбулентности. При этом потери почв от эрозии при ливнях больше, чем при снеготаянии, несмотря на то, что продолжительность ливней меньше, чем период снеготаяния.

Ирригационная эрозия проявляется при поливах по бороздам, полосам или при дождевании. При поливе по бороздам (томаты, кукуруза, сахарная свекла и другие культуры) сосредоточенные водные потоки шириной 0,2 м и глубиной до 0,5 м и более вызывают эрозию почв. Смыв, при этом, может достигать 50–80 т/га за время полива.

Полив по полосам вызывает меньшие потери почвы, так как водные потоки характерны малой скоростью течения и глубиной при большой ширине.

Во время дождевания склоновых участков возникает поверхностный сток и эрозия, вызванные тем, что интенсивность впитывания воды почвой оказывается меньше, чем интенсивность дождевания. При этом существенное значение приобретает эрозия разбрызгивания почв дождевыми каплями, если поверхность почвы не прикрыта листовой массой агроценозов.

Наличие в агроландшафтах ирригационной сети, а также технически сложной дождевальной техники часто приводит к не контролируемому сбросу поливных вод, которые также вызывают водную эрозию.

По формам проявления водная эрозия подразделяется на плоскостной смыв и линейный размыв. Первая проявляется в виде сети мелких водороев, возникших под влиянием размывающего воздействия струек воды (см. цветную вкладку 4), вторая — в виде крупной промоины, возникшей в результате размывающего воздействия сосредоточенного водного потока (цветная вкладка 5). Заключительной формой линейного размыва является овраг (рисунок 1).



Рисунок 1. Овражная эрозия в лессовых породах (Алтайский край)

Овражная эрозия (оврагообразование, вертикальная эрозия) стимулируется различными видами хозяйственной деятельности (распашкой земель, вырубкой лесов, чрезмерным выпасом скота, строительными работами), приводящими к сосредоточению склонового талого или ливневого стока.

Интенсивность овражной эрозии принято оценивать по скорости роста оврагов в длину. Она в среднем составляет 1–3 м/год, изменяясь в зависимости от геолого-геоморфологических условий, количества осадков и интенсивности снеготаяния, достигая 100 м/год.

1.2. Эрозия почв и эрозиоведение

Обоснование самостоятельности научной дисциплины «Эрозия почв» основывается на том, что эрозия — это сложный природный процесс и последствия его проявляются не только в локальных нарушениях почв, но и перерождении целых природных комплексов.

Для того чтобы оценить территориальную структуру эрозии с ее картографированием необходим комплексный анализ территориальных сочетаний, взаимодействий факторов и механизмов процессов в пределах территории, которая ограничивает эти взаимодействия, т. е. требуются характеристики функциональных и пространственно-временных параметров эрозионно-склоновых геосистем (Литвин Л. Ф., 2002).

Геосистемы — это земные пространства всех размерностей, где отдельные компоненты природы системно связаны друг с другом, составляя определенную целостность, взаимодействующую с космической средой и человеческим обществом (Сочава В. Б., 1978).

Системное представление о методологических, методических и прикладных подходах к изучению процессов эрозии почв и разработки способов противоэрозионной защиты представлены работами ученых (Мирицхулава Ц. Е., 1970; Заславский М. Н., 1979; Ивонин В. М., 1992; Ларионов Г. А., 1993; Литвин Л. Ф., 2012 и др.).

Считают, что объектом исследования эрозиоведения является эрозионная геосистема — природно-хозяйственная

парагенетическая система, выделяемая на основе однотипности и однонаправленности функционирования водно-наносного потока (Лисецкий Ф. Н., Светличный А. А., Черный С. Г., 2012).

Такое определение объекта эрозиоведения сложилось в результате того, что под эрозией понимали только смыв и размыв почвы, но не ветровую эрозию (дефляцию). Такое понимание, по мнению Кузнецова М. С. и Глазунова Г. П. (2004), несет в себе больше недостатков, чем преимуществ.

Следует иметь в виду, что процессы деградации почв под воздействием как водной, так и ветровой эрозии в пределах геосистем (ландшафтно-эрозионных систем) имеют много общего (механизм, внешние формы проявления, почвозащитные мероприятия). В целом, эрозию почв определяют потоки вещества и энергии, если под этими потоками понимать деятельность не только вод, но и ветра.

Поэтому объект эрозиоведения — это территория геосистемы ограниченная водосборной или (и) пылесборной площадью, где проявляются (могут проявляться при определенных условиях) процессы водной или (и) ветровой эрозии.

Предметом эрозиоведения являются процессы водной и ветровой эрозии (имеющие много общего) и факторы их определяющие (рельеф, климат, почвы, растительный покров, хозяйственная деятельность человека), а также противоэрозионные мероприятия и системы, технологии оптимизированного использования эрозионно опасных земель.

Основным методом исследований эрозиоведения выступает системный подход.

1.3. Классификационные схемы эрозионных процессов

Классификационные схемы эрозионных процессов (по соотношению природной и антропогенной энергии — рисунок 2 и по энергетическим источникам — рисунок 3) разработаны нами на основе публикаций Литвина Л. Ф. (2002), Иволина В. М. и Тертеряна В. А. (2003).

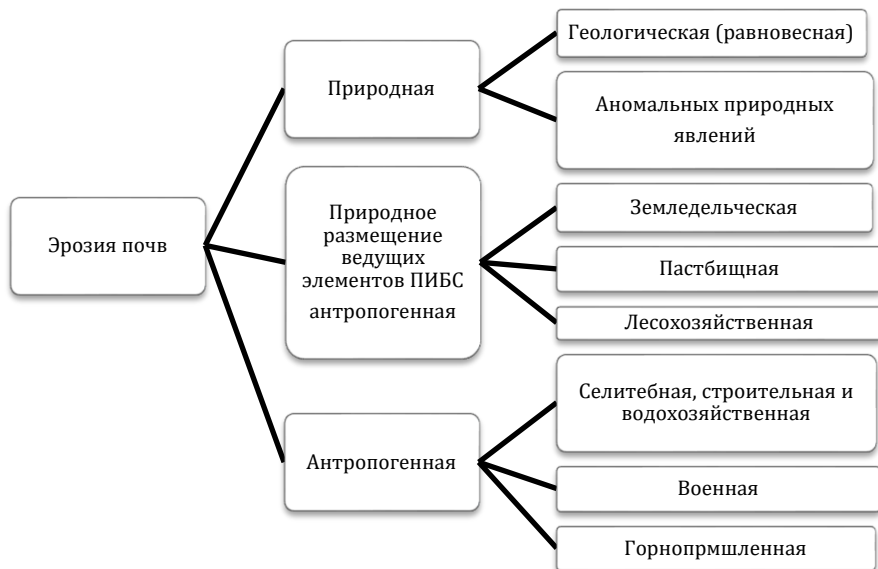


Рисунок 2. Классификационная схема эрозии почв по соотношению природной и антропогенной энергии

Природная (естественная) эрозия проявляется там, где деятельность человека заметно не влияет на факторы, вызывающие эрозионные процессы.

Этот тип подразделяется на два подтипа — эрозия геологическая или равновесная и эрозия, проявляющаяся при стихийных бедствиях и аномальных климатических (смерчи, интенсивные и продолжительные осадки, ураганные ветры, продолжительные засухи, приводящие к гибели растительного покрова) или экзодинамических явлениях (оползни, просадки, обрушения и другие явления, усиливающие эрозию). Эрозия геологического подтипа находится в динамическом равновесии с процессами почвообразования. Интенсивность эрозии, проявляющейся при аномальных явлениях и стихийных бедствиях, превышает темпы почвообразования.

Природно-антропогенная эрозия проявляется при различных видах хозяйственного использования почв и нарушениях растительного покрова, но при естественных режимах ветров и атмосферных осадков. Природно-антропогенный

эрозионный процесс подразделяется на три подтипа — земледельческий, пастбищный и лесохозяйственный.

Земледельческая эрозия проявляется на обрабатываемых почвах при возделывании сельскохозяйственных культур и выращивании многолетних насаждений. Этот подтип эрозионных процессов определяется сельскохозяйственными технологиями, дифференцированными в зависимости от степени проявления водной или ветровой эрозии, которые, в той или иной степени, должны обеспечивать противоэрозионную (противодефляционную) стойкость почв и защитную роль культурной растительности. В полупустынях, сухих и засушливых степях России распашка площадей заросших песков приводит к образованию подвижных песков, что требует проведения специальных мероприятий по борьбе с ветровой эрозией.

В пределах земледельческого подтипа эрозионного процесса необходимо выделить ирригационную эрозию (поливную, дождевальную и от сброса вод оросительной сети).

Пастбищная эрозия приурочена к выпасам, расположенным на склонах (водная эрозия) или пастбищным угодьям в аридных и семиаридных регионах (ветровая эрозия). При высоких пастбищных нагрузках происходит дигрессия растительного покрова, уплотнение верхних горизонтов почв. При этом на склоновых выпасах появляются скотобойные тропы, приводящие к концентрации стока и линейной эрозии, а на аридных пастбищах — очаги опустынивания (ветровая эрозия).

Лесохозяйственная эрозия приурочена к расположенным на склонах вырубкам, волокам и технологическим дорогам. Кроме этого установлено, что после вырубки горных коренных лесов естественно восстановились производные леса с пониженной продуктивностью и деградированными лесной подстилкой и почвами. Проведение проходных рубок в таких лесах приводит к формированию при ливнях поверхностного стока с активизацией эрозии нарушенных горных почв, что вызывает поводочные разливы горных рек (Ивонин В. М., Тертерян А. В., 2013).

Антропогенная эрозия вызвана хозяйственной или иной деятельностью человека на селитебной территории, на площадках строительства различных хозяйственных объектов, предприятий горного производства. При этом изменяется

рельеф, изменяется почвенный и растительный покров, преобразуются гидрологические условия местности в виде изменения режима поверхностных и подземных вод, развиваются суффозия и карст, а также — ветровая и водная эрозия грунтов на откосах карьеров и поверхности отвалов. Кроме этого к подтипу антропогенной эрозии можно отнести водохозяйственную эрозию, вызванную аварийно-сбросными водами, и военную эрозию, спровоцированную испытаниями оружия на полигонах, а также локальными войнами в отдельных странах.

Так, в ходе войны во Вьетнаме растительный покров с помощью применения химических средств был уничтожен на площади 360 тыс. га обрабатываемых земель; сплошные поля, образованные воронками бомб и снарядов, возникли на площади 100 тыс. га. При этом был уничтожен верхний (гумусовый) слой почвы и активизировалась эрозия (Антонов В. А. и другие, 2006).

Классификационная схема эрозии почв по первичным энергетическим источникам приведена на рисунке 3.

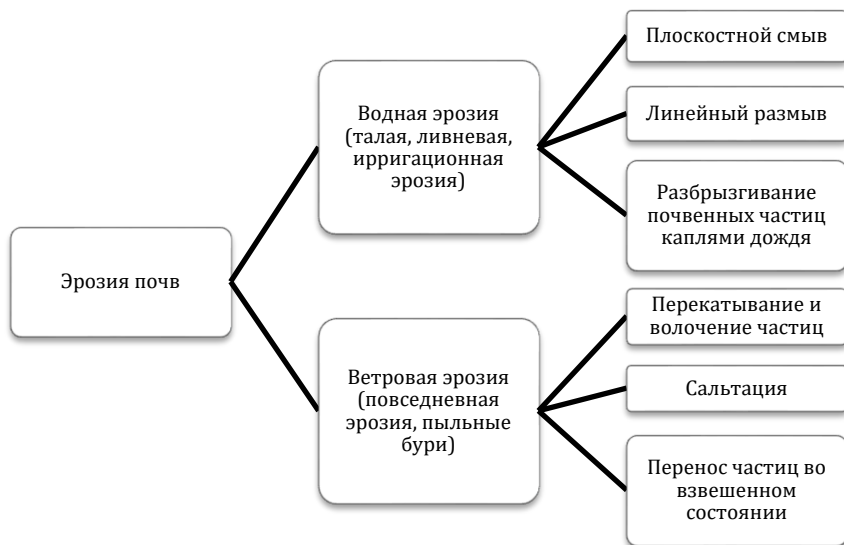


Рисунок 3. Классификационная схема эрозии почв по первичным энергетическим источникам

Эрозию почв по первичным энергетическим источникам подразделяют на типы водной и ветровой эрозии. Водная эрозия (энергетический источник — вода) подразделена в зависимости от причины возникновения поверхностного стока: талая (вызываемая стоком талых вод), ливневая (обусловленная стоком ливневых вод) и ирригационная (вызванная поливными, дождевальными и сбросными водами).

Ветровая эрозия (энергетический источник — ветер) подразделена в зависимости от интенсивности эрозионного проявления и пространственного распространения: повседневная эрозия на отдельных изолированных участках; пыльные бури, возникающие на больших пространствах.

Формами проявления водной эрозии являются: плоскостной смыв; линейный размыв; разбрызгивание почвенных частиц под ударным воздействием дождевых капель. Формами проявления ветровой эрозии являются: волочение и перекачивание почвенных частиц, их сальтация (скачкообразное перемещение) и передвижение частиц во взвешенном состоянии при турбулентном движении воздушных потоков. Эти формы могут проявляться раздельно друг от друга или совместно, сочетаясь в различных комбинациях по отдельным участкам или по всей водосборной (пылесборной) площади.

1.4. История изучения процессов эрозии и разработки противоэрозионных мероприятий

По сообщению Соболева С. С. (1948), первые сведения об эрозии почв на территории нашей страны находим у Геродота (484–425 гг. до нашей эры), в летописях древней Руси, Писцовых книгах, исторических актах, а также в «Книге глаголемой Большой чертеж» (примерно 1600 г.).

Русский ученый-энциклопедист Ломоносов М. В. в «Слове первом о пользе химии, говоренном сентября 6 дня 1751 года» упоминает о великих дождях, размывающих землю, сносящих ил и оставляющих «тяжкие минералы».

Знаменитый путешественник Палас П. С. в 1769–1773 годах писал в своих заметках об оврагах по берегам рек: Сура, Ока, Волга, Белая. Он упоминал о ветровой эрозии на Донских и Нарымских песках, описывал пыльную бурю в районе г. Царицын.

В 1857 году вышла статья Киприянова А. «Заметки о распространении оврагов в южной России» в журнале Главного управления путей сообщения, в которой представлена теория стадийности оврагообразования.

Дальнейшее развитие теория овражной эрозии получила в 1878–1905 гг. в работах Докучаева В. В., Левинсона-Лессинга Ф. Ю., Костычева П. А., Леваковского И., Масальского В., Гельфера А. А., Мушкетова И. В. и др.

По результатам работы Тульской гидрологической экспедиции, под руководством Козменко А. С. (1913), была составлена Карта размыва водосборов рек Зуша, Плава и Труда в пределах Тульской губернии. В пояснительной записке этой карты были обобщены исследования по овражной эрозии.

Смытые (перемытые) почвы юга России исследовали в 1879–1902 гг. Докучаев В. В., Сибирцев Н. М., Костычев П. А., Павлов А. П., Вильямс В. Р.

Ко второй половине 18, начале 19 веков относятся рекомендации русских ученых по борьбе с эрозией почв: в земледелии — Афонин М. И., в лесомелиорации — Болотов А. Т., Ломиковский В. Я.

Результаты теоретических исследований ветровой эрозии почв впервые в России представил Соколов Н. А. в 1884 г., когда вышла его работа «Дюны, их образование, развитие и внутреннее строение». Он обратил внимание на способы передвижения песчаных частиц под воздействием ветра: перекачивание, волочение, прыжки и взвешенное состояние.

Для выполнения большого объема по защитному лесоразведению в 1898–1900 гг. Лесной департамент организует в 26-и губерниях песчано-овражные станции, в которых трудятся такие известные лесоводы, как Аверьянов Ф. А., Борткевич В. М., Готшалк Ф. И., Орлов М. А., Сус Н. И., Тиханов Ф. Ф.

После небывало жесткой засухи 1891 г., Лесной департамент Министерства земледелия и государственных имуществ организует Особую экспедицию по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России (руководитель — проф. Докучаев В. В.).

В работе экспедиции принимают участие Баранов П. Ф., Высоцкий Г. Н., Глинка К. Д., Дейч В. И., Сибирцев Н. М., Собеневский К. Э., Юницкий К. И. и другие известные ученые и специалисты.

Перед экспедицией была поставлена задача обоснования и создания систем защитных лесных насаждений, прудов и других приемов накопления и рационального использования влаги на опытных участках: Хреновском или Каменно-Степном, Старобельском или Деркульском, Велико-Андольском. При этом было научно обосновано соотношение между площадями, занятыми водой (водным зеркалом), лесом, лугом и пашней.

Разработке гидротехнических и фитомелиоративных мер борьбы с оврагами посветили свои работы Жилинский И. И., Борткевич В. М., Костяков А. Н., Дрюченко М. М., Козменко А. С.

С начала 30-х годов прошлого столетия по настоящее время Почвенный институт им. В. В. Докучаева и Всесоюзный НИИ агролесомелиорации возглавляют научные исследования по изучению процессов эрозии и разработке противоэрозионных мероприятий. С 1960 г. существенный вклад в изучение процессов эрозии и разработке противоэрозионных мероприятий вкладывают сотрудники Института географии АН СССР.

В этот период заметное влияние на развитие теории эрозии почв и разработку противоэрозионных мероприятий оказал выход в свет монографий следующих авторов: Козменко А. С.²; Бодров В. А.³; Смалько Я. И.⁴; Арманд Д. Л.⁵; Захаров П. С.⁶; Мирцхулава Ц. Е.⁷; Сурмач Г. П.⁸; Заславский М. Н. и Каштанов А. Н.⁹; Долгилевич М. И., Васильев Ю. И., Сажин А. Н.¹⁰; Кузнецов М. С.¹¹; Калининченко Н. П. и Зыков И. Г.¹²; Ларионов Г. А.¹³; В. М. Ивонин¹⁴; Литвин Л. Ф.¹⁵ и др.

² Борьба с эрозией почв, 1937.

³ Полезащитное лесоразведение, 1937.

⁴ Ветрозащитные особенности лесных полос разных конструкций, 1963.

⁵ Физико-географические основы проектирования сети полезащитных лесных полос, 1961.

⁶ Пыльные бури, 1965.

⁷ Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии, 1970.

⁸ Водорегулирующая и противоэрозионная роль насаждений, 1971.

⁹ Почвозащитное земледелие, 1979.

¹⁰ Система лесных полос и ветровая эрозия, 1981.

¹¹ Противоэрозионная стойкость почв, 1981.

¹² Противоэрозионная лесомелиорация, 1986.

¹³ Эрозия и дефляция почв, 1993.

¹⁴ Противоэрозионные мелиорации водосборов в районах оврагообразования, 1992

¹⁵ География эрозии почв сельскохозяйственных земель России, 2002.

Способность почв противостоять размыву водным потоком была названа противозэрозионной стойкостью почв (ПСП). Выяснено, что она зависит от сил сцепления между почвенными частицами, среднего размера водопрочных агрегатов, наличия в почве органики и других свойств почв (Мирцхулава Ц. Е., 1970; Кузнецов М. С. и Глазунов Г. П., 2004).

Определены уравнения связи эрозии почв с водопроницаемостью для различных видов обработок (Сурмач Г. П., 1976; Полуэктов Е. В., 1984 и др.).

Выяснено, что для эрозии почв на пастбищах характерно преобладание смыва почвы над ее разбрызгиванием и ливневой эрозии, над талой. При этом пространственное положение микрорусловой сети постоянно, а цикличность сезонного локально-очагового проявления эрозии слабо выражена. Отмечен снижающийся многолетний тренд динамики почвозащитно-почвозащитных свойств растительности и противозэрозионной стойкости почв (Литвин Л. Ф., 2002).

Было установлено, что эрозия почв в горных лесах, деградирующих при лесозаготовках, определяется, главным образом, сохранностью лесной подстилки и живого напочвенного покрова. Нарезка и эксплуатация тракторных волоков приводит к переуплотнению нарушенных бурых лесных почв, увеличению и сосредоточению поверхностного стока, усилению эрозии. При этом эрозия сдерживается самоотмосткой поверхности отмытым слоем щебня, который может быть разрушен при тракторной трелевке. Самоотмостка и уничтожение защитного слоя щебня определяют цикличность эрозионного вреза волоков (Ивонин В. М., 2005).

Исследованиями Ивонин В. М. и Тертеряна А. В. (2013) в производных горных лесах (вегетативно восстановившихся на месте вырубок коренных лесов и вновь проходимых промежуточными рубками) выделено два критических значения воздушно-сухой массы лесной подстилки и живого напочвенного покрова. Первое значение ($m \geq 10$ т/га) характеризует отсутствие стока при ливнях; второе значения ($m \geq 3,25$ т/га) — характеризует отсутствие смыва. Для таких лесов определены также следующие критические значения, характеризующие отсутствие смыва при ливнях: содержание органики в верхнем слое почв ($G \geq 7,6$ %), коэффициентов пористости ($\epsilon \geq 1,33$),

верхнего предела пластичности ($W \geq 53 \%$) и углов внутреннего трения между почвенными частицами ($\varphi > 22^\circ$).

При противоэрозионном обустройстве агроландшафтов наиболее эффективной признана контурная организация территории, основанная на инженерном расчете интенсивности эрозионного процесса и формировании по высотному положению выделяемых проектных контуров (рабочих участков). Такой принцип может обеспечить снижение интенсивности водно-эрозионного процесса, но он не обеспечивает экологическую однородность выделяемых рабочих участков, их увязку со свойствами генотипов сельскохозяйственных культур при производственном возделывании, однородность технологии их выращивания. Эти недостатки устраняются при совмещении концепций контурной и ландшафтной организации территории (Каштанов А. Н., Щербаков А. П. и др., 1993 и др.).

Перспективные направления использования ГИС-технологий в эрозиоведении охватывают широкий спектр их функций: информации, мониторинга, автоматизированного картографирования, пространственно-временного анализа и моделирования, создания пространственных систем поддержки принятия решений в планировании, проектировании и управлении. Особо перспективным представляется использование потенциала пространственно-временного анализа и моделирования. Интеграция ГИС-технологий с данными дистанционного зондирования формирует в эрозиоведении новые возможности, особенно по выявлению пространственно-временной динамики состояния почвенного покрова в условиях проявления эрозионных процессов и оценке степени развития линейных форм эрозии (Смирнова Л. Г. и др., 2011).

Первой моделью водной эрозии почв в нашей стране является формула Я. В. Корнева (1937), имеющая вид:

$$W = A \cdot i^{0.75} \cdot L^{0.5} \cdot I^{1.5}, \quad (1)$$

где: A — обобщенный коэффициент, не учтенных факторов эрозии;

i — уклон (тангенс крутизны);

L — длина склона, м;

I — интенсивность осадков, мм/мин.

Ударное воздействие капель дождя на эрозию почв учитывает уравнение Эллисона (Ellison W. D., 1944):

$$Q = V^{4.33} \cdot d^{1.07} \cdot I^{0.65}, \quad (2)$$

где: Q — количество почвы, сметенное вследствие ударов капель за 30 минут дождя, г;

V — скорость падения капель, м/с;

d — диаметр капель, мм;

I — интенсивность дождя, м/час.

Разработана модель ветрового переноса песка (Bagnold R.A., 1941):

$$Q = a \cdot C \sqrt{\frac{d}{D}} \cdot \frac{\rho}{g} \cdot (Vz - Vz\tau), \quad (3)$$

где: Q — расход твердой фазы через единицу ширины фронта в единицу времени, г/(см·с);

a — эмпирический коэффициент, зависящий от параметров логарифмического профиля скорости ветра;

$C = 1,5-2,8$ — коэффициент, зависящий от степени сортировки песка;

d — средний размер песчинок в диапазоне от 0,01 до 0,1 см;

$D = 0,025$ см — средний стандартный размер песчинок;

ρ — плотность воздуха, г/см³;

g — ускорение силы тяжести;

Vz — скорость ветра на высоте z , см/с;

$Vz\tau$ — критическая скорость ветра на высоте z , см/с.

Логико-математическими моделями водной эрозии, с той или иной степенью полноты описывающих влияние факторов эрозии на сток и смыв почв и грунтов являются уравнения Мирцхулава Ц. Е. и Кузнецова М. С. (Кузнецов М. С. и Глазунов Г. П., 1996).

В США разработано Универсальное уравнение почвенной эрозии — USLE (Wischmeier W. H., Smith D. D., 1978), которое имеет вид:

$$Q = 0,224 \cdot R \cdot K \cdot T \cdot A \cdot P, \quad (4)$$

где: Q — эрозия почв при ливнях, кг/м² за год;

$R = WI_{30}$ — характеристика эродирующей способности
дождя;

W — кинетическая энергия капель;

I_{30} — тридцатиминутная максимальная интенсивность
дождя;

K — характеристика эрозионных свойств почв;

$T = Li$ — характеристика рельефа;

L — длина склона;

i — уклон;

A — характеристика агротехники;

P — характеристика противоэрозионных мероприятий.

Современный вариант этого уравнения (RUSLE) используется в настоящее время для оценки эрозионной опасности сельскохозяйственных земель и в составе имитационных моделей различного назначения (CREAMS, ANSWERS, EPIC и др.).

С 1985 г. в США начата разработка эрозионной модели WEPP, предназначенной для противоэрозионного проектирования.

Универсальное уравнение (4) уточняют для различных стран, например — для расчета склоновой эрозии в Азербайджане (Джамалов А. Т., Рагимов Р. М., 2011):

$$Q = f(R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P), \quad (5)$$

где: Q — средние годовые потери почвы на единицу площади в год;

R , K , L и S — индексы, учитывающие влияние энергии на величину смыва почв: интенсивности ливней (R), типа и состояния почвы (K), длины (L) и крутизны (S) склона;

C — индекс, отражающий почвенно-растительный покров;

P — индекс влияния противоэрозионных мероприятий.

Исследования по созданию Европейской модели водной эрозии (EUROSEM) проводятся с начала 90-х годов прошлого века группой европейских ученых под руководством профессора Р. П. С. Моргана (Великобритания).

В результате экономических исследований была получена линейная зависимость между величинами объема смытого

грунта, включая биогенные элементы ($lg W$), и затратами на восстановление плодородия ($lg Y$), которая имеет вид¹⁶:

$$\lg Y = 1,037 \lg W + 2,93 \text{ при } r^2 = 0,994, \quad (6)$$

где Y — суммарные затраты (долл.) на получение и использование такого количества элементов для восстановления плодородия почв на конкретной площади, которое утрачено за счет эрозии ($W, \text{м}^3$).

Контрольные вопросы

1. Что понимают под ветровой, водной, ирригационной и овражной эрозией?
2. Определите объект, предмет и основной метод исследований эрозиоведения.
3. Опишите классификационную схему эрозии почв по соотношению природной и антропогенной энергии.
4. Опишите классификационную схему эрозии почв по первичным энергетическим источникам.
5. Назовите основные научные монографии отечественных ученых, посвященные эрозии почв.
6. Прокомментируйте универсальное уравнение почвенной эрозии — USLE.

Задание для самостоятельной работы

Составить обзор литературы на тему «Эрозия почв и борьба с ней для определенного региона», на основании литературных источников данного учебника, другой научно-технической информации, ресурсов Интернета.

¹⁶ http://www.lib.tsu.ru/mminfo/000063105/301/image/301_205-211.pdf

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru