



Разрушение почвы и изменение климата: биологическая связь двух глобальных процессов

Почва — живая система, влияющая на климат, урожай и устойчивость биосферы.

Почва в биосфере: почему это важно

- Почва образуется во взаимодействии горных пород, воды, воздуха и живых организмов. Она участвует в круговороте углерода, азота и воды, а её деградация уже затронула значительную часть земель мира и снижает устойчивость экосистем к засухам и ливням.





Что такое разрушение почвы

Эрозия и смыв

Водная и ветровая эрозия уносят наиболее плодородную часть почвы, где сосредоточены гумус, корни и микроорганизмы. Из-за этого поверхность быстро обедняется и становится менее устойчивой к дальнейшему разрушению.

Потеря структуры

Уплотнение, засоление и закисление нарушают пористость, аэрацию и влагоёмкость. Почва хуже пропускает воду и воздух, поэтому корни развиваются медленнее, а растения сильнее страдают от стресса.

Химическое загрязнение

Тяжёлые металлы и пестициды накапливаются в почве и могут переходить в пищевые цепи. Это угнетает живые организмы почвы и снижает её способность к естественному восстановлению.

Снижение гумуса

Когда уменьшается содержание органического вещества, почва теряет питательные элементы и хуже удерживает влагу. Одновременно замедляется работа почвенных микроорганизмов, которые обеспечивают разложение остатков и питание растений.

Почвенный профиль как среда жизни и запас углерода

Горизонты почвы

В почвенном профиле разные слои выполняют разные функции: одни накапливают органическое вещество, другие обеспечивают фильтрацию воды и место для корней. Именно в верхних горизонтах сосредоточена основная часть жизни почвы.

Гумусовый слой

Гумусовый горизонт содержит большую долю органического углерода и служит главным резервом питательных веществ. Он поддерживает структуру почвы, её плодородие и способность сохранять влагу в засушливые периоды.

Круговорот вещества

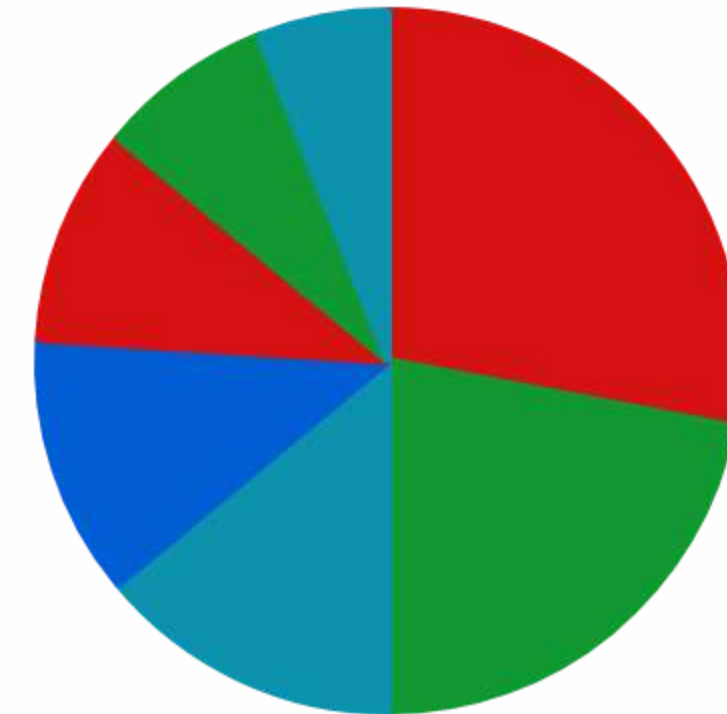
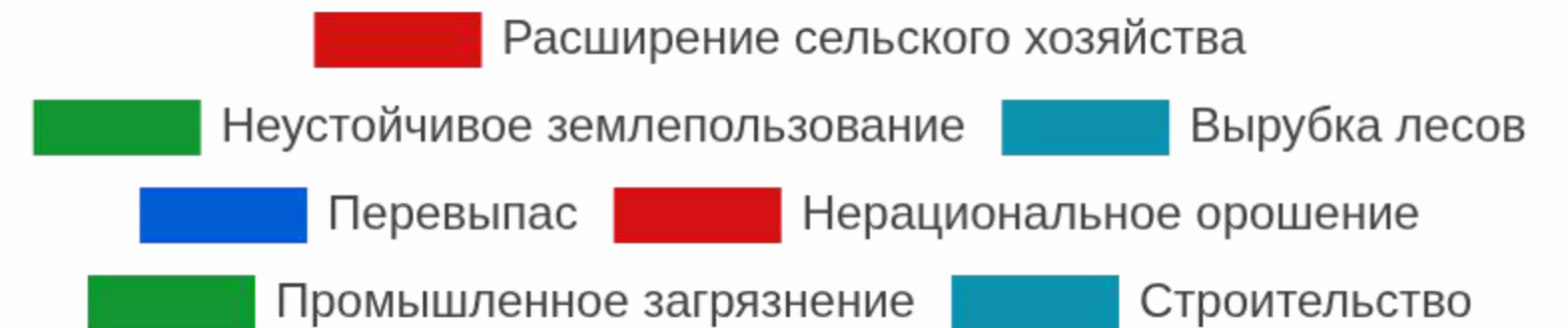
Растения, почва и атмосфера связаны постоянным обменом органическим веществом и углекислым газом. От скорости этого обмена зависит, будет ли почва накапливать углерод или, наоборот, терять его.



Основные причины деградации почв

Диаграмма показывает, что разрушение почв чаще всего связано с человеческой деятельностью, особенно с изменением землепользования.

Наибольший вклад дают сельское хозяйство и нарушение растительного покрова, поэтому профилактика должна начинаться с бережного управления землёй.



Схематическая оценка по материалам ФАО и учебного курса

Как деградация почвы усиливает изменение климата

1

Потеря углерода

В почве запасён органический углерод, и при разрушении структуры часть его быстро окисляется. Тогда углерод переходит в атмосферу в виде CO₂, усиливая парниковый эффект.

2

Ослабление растительного покрова

Когда уменьшается площадь и плотность растительности, падает поглощение углекислого газа фотосинтезом. Поверхность также сильнее нагревается, потому что растительный покров хуже защищает почву от перегрева.

3

Нарушение азотного цикла

Деградация меняет условия для почвенных микроорганизмов и процессы превращения азота. В результате возрастает выделение оксида азота — мощного парникового газа, связанного с нарушением азотного обмена.

4

Потеря самовосстановления

Чем слабее почва удерживает влагу и питательные вещества, тем труднее восстанавливаются растения и биота. Это создаёт замкнутый круг, в котором климатические изменения и деградация усиливают друг друга.

Климатические факторы, разрушающие почву

Рост климатической нестабильности повышает уязвимость почв даже там, где землепользование не меняется.

Чем сильнее климатические экстремумы, тем быстрее ухудшается состояние почв и тем выше риск потери плодородия.



Схематическая динамика на основе общих тенденций, отражённых в обзорах ИРСС и ФАО

Эрозия как самая заметная форма потери почвы

1

Водная эрозия

Во время ливней вода смывает верхний плодородный слой, особенно на склонах и при слабом растительном покрове. Со временем появляются промоины, овраги и заиление близлежащих водоёмов.

2

Ветровая эрозия

На сухих и распаханых территориях сильный ветер легко подхватывает мелкие частицы почвы. Так уносятся гумус и минеральные вещества, а поверхность становится более бедной и уязвимой.

3

Как снизить ущерб

Защитные полосы деревьев, сохранение растительного покрова и ограничение распашки склонов уменьшают скорость смыва и сдувания. Эти меры помогают удержать плодородный слой и стабилизировать ландшафт.



Последствия деградации почв для экосистем и человека

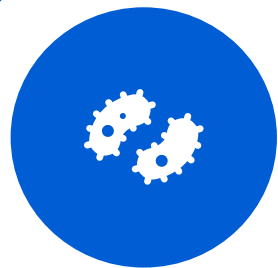
Таблица показывает, что деградация почв одновременно затрагивает природу, сельское хозяйство и повседневную жизнь людей.

Почвенная деградация не ограничивается полем: она влияет на экосистемы, экономику и доступность продовольствия.

Группа	Последствие	Пример
Экологические	Падение биоразнообразия	Меньше почвенных организмов
Сельскохозяйственные	Снижение урожая	Больше удобрений и полива
Социально-экономические	Рост цен	Риск продовольственной нестабильности

Обобщение по материалам ФАО и школьного курса биологии

Почвенная биота и её роль в поддержании плодородия



Микроорганизмы

Бактерии и другие микробы разлагают органические остатки и переводят вещества в формы, доступные растениям. Без их работы круговорот элементов замедляется, а почва теряет часть естественного плодородия.



Грибы и микориза

Грибы образуют симбиоз с корнями, увеличивая площадь поглощения воды и минеральных веществ. Микориза особенно полезна там, где почва бедна питательными элементами или испытывает засуху.



Дождевые черви

Дождевые черви перемешивают почву, создают ходы для воздуха и воды и способствуют формированию устойчивых агрегатов. Благодаря им верхний слой становится более рыхлым и лучше удерживает влагу.

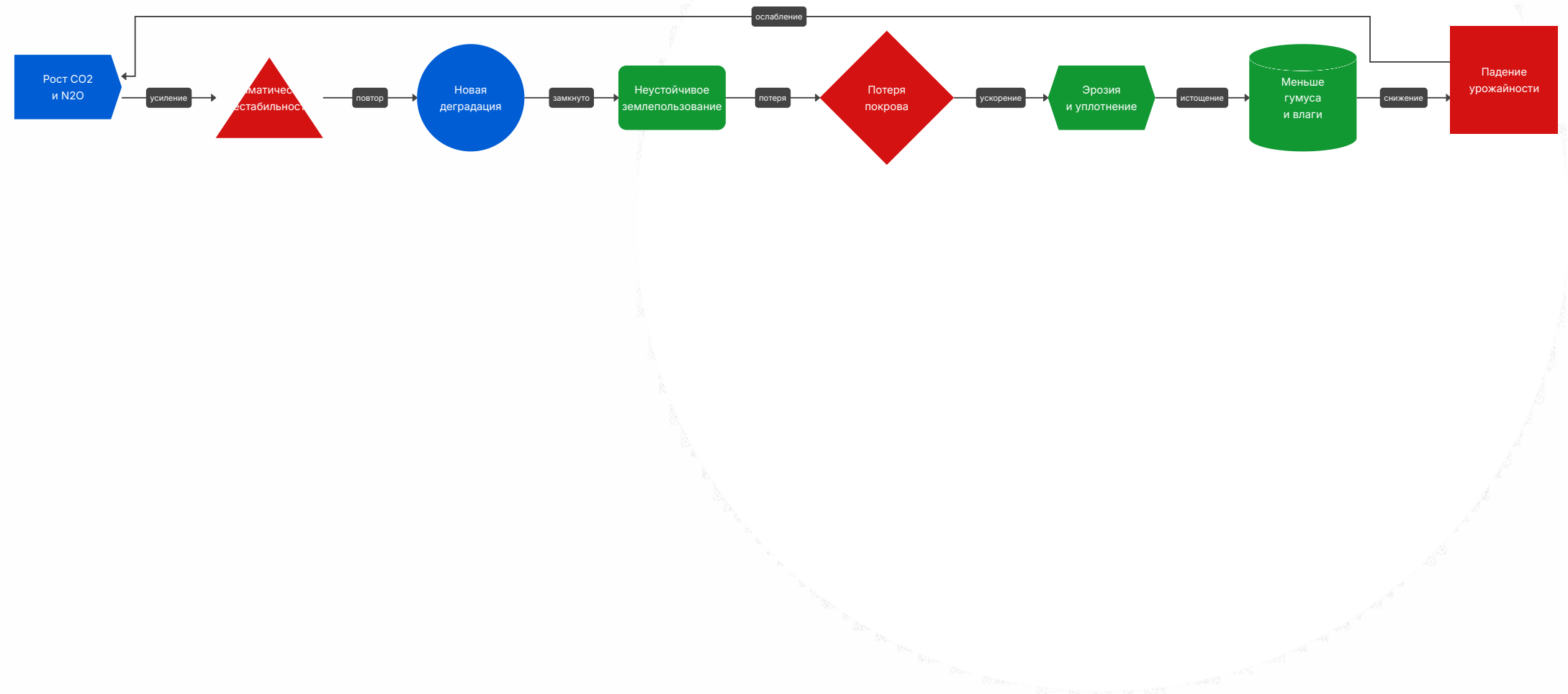


Уязвимость биоты

При уплотнении, загрязнении и перегреве численность почвенных организмов снижается. Тогда самовосстановление экосистем замедляется, а разрушение почвы происходит быстрее, чем образование нового слоя.

Цепочка разрушения почвы и обратная связь с климатом

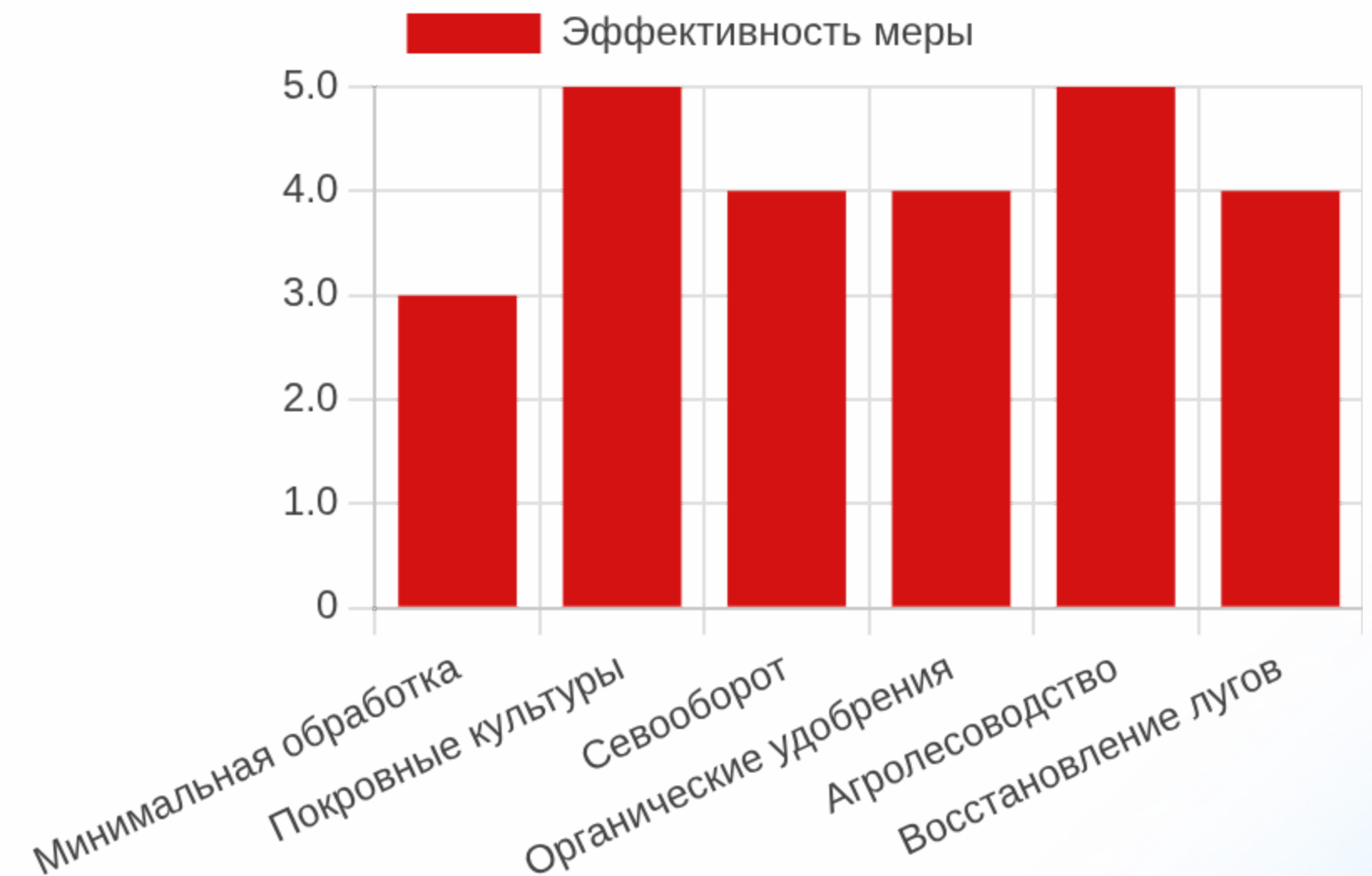
Последовательность показывает, как неустойчивое землепользование запускает потери почвенного покрова, а затем усиливает климатические риски и дальнейшую деградацию.



Почвозащитные практики и сохранение углерода

Практики по-разному действуют на поверхность почвы, корневую систему и накопление органического вещества, поэтому их часто комбинируют в одной системе землепользования.

Покровные культуры и агролесоводство дают наибольший эффект, а севооборот и минимальная обработка усиливают устойчивость системы в комплексе.



Сводная экспертная оценка по материалам урока; шкала относительная



Сельское хозяйство как часть решения

Точное питание

Дифференцированное внесение удобрений помогает давать растениям нужные элементы в нужное время, снижая потери азота, риск загрязнения водоёмов и избыточное засоление почв.

Экономия воды

Капельное орошение подаёт влагу прямо к корням, уменьшает испарение и делает полив более управляемым, что особенно важно в засушливых районах и при дефиците воды.

Защита поверхности

Мульчирование сохраняет влажность верхнего слоя, уменьшает перегрев и подавляет сорняки, а значит снижает необходимость частой механической обработки и разрушения структуры почвы.

Разнообразие культур

Чередование культур и включение бобовых улучшают азотное питание, разрывают циклы вредителей и делают урожай менее уязвимым к жаре, засухе и колебаниям погоды.

Восстановление деградированных земель



1

Стабилизация почвы

Сначала участок нужно защитить от дальнейшего разрушения: ограничить выпас, сократить распашку и убрать факторы, которые ускоряют смыв и выдувание почвенных частиц.

2

Возврат растительности

Затем высаживают многолетние травы, кустарники или лесные полосы. Их корни закрепляют грунт, уменьшают скорость стока и постепенно возвращают живой почвенный покров.

3

Инженерные меры

На склонах применяют террасирование, а в переувлажнённых или нарушенных местах — лесомелиорацию и восстановление болот, чтобы замедлить движение воды и задержать органическое вещество.

4

Долгий контроль

Эффект рекультивации проявляется не сразу: восстановление структуры, гумуса и биоты занимает несколько лет, поэтому необходимы регулярные наблюдения и уход за территорией.

Инструменты охраны почвенных ресурсов

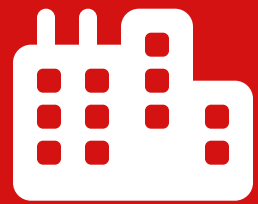
Инструмент	Механизм	Результат
Мониторинг	Выявляет потери	Ранняя защита
Полосы	Снижают смыв	Меньше эрозии
Склоны	Ограничивают распашку	Сохраняется структура
Выпас	Контроль нагрузки	Нет вытаптывания

Таблица показывает, как профилактические меры помогают сохранить структуру почвы, уменьшить потери вещества и снизить стоимость последующего восстановления.

Чем раньше обнаружены деградация и загрязнение, тем дешевле их остановить; профилактика всегда эффективнее восстановления уже разрушенной почвы.

Обобщение по материалам школьного курса биологии и экологии

Городские почвы и экологическая устойчивость



Уплотнение

Городская застройка и постоянное движение техники уплотняют почву, уменьшая её пористость и способность пропускать воду и воздух к корням растений.



Загрязнение

Строительный мусор, нефтепродукты, соль и тяжёлые металлы ухудшают качество городских почв и могут накапливаться в растениях и пыли.



Ливневый сток

Асфальт и плитка снижают инфильтрацию, поэтому после сильных дождей вода быстрее уходит по поверхности и повышает риск подтоплений.



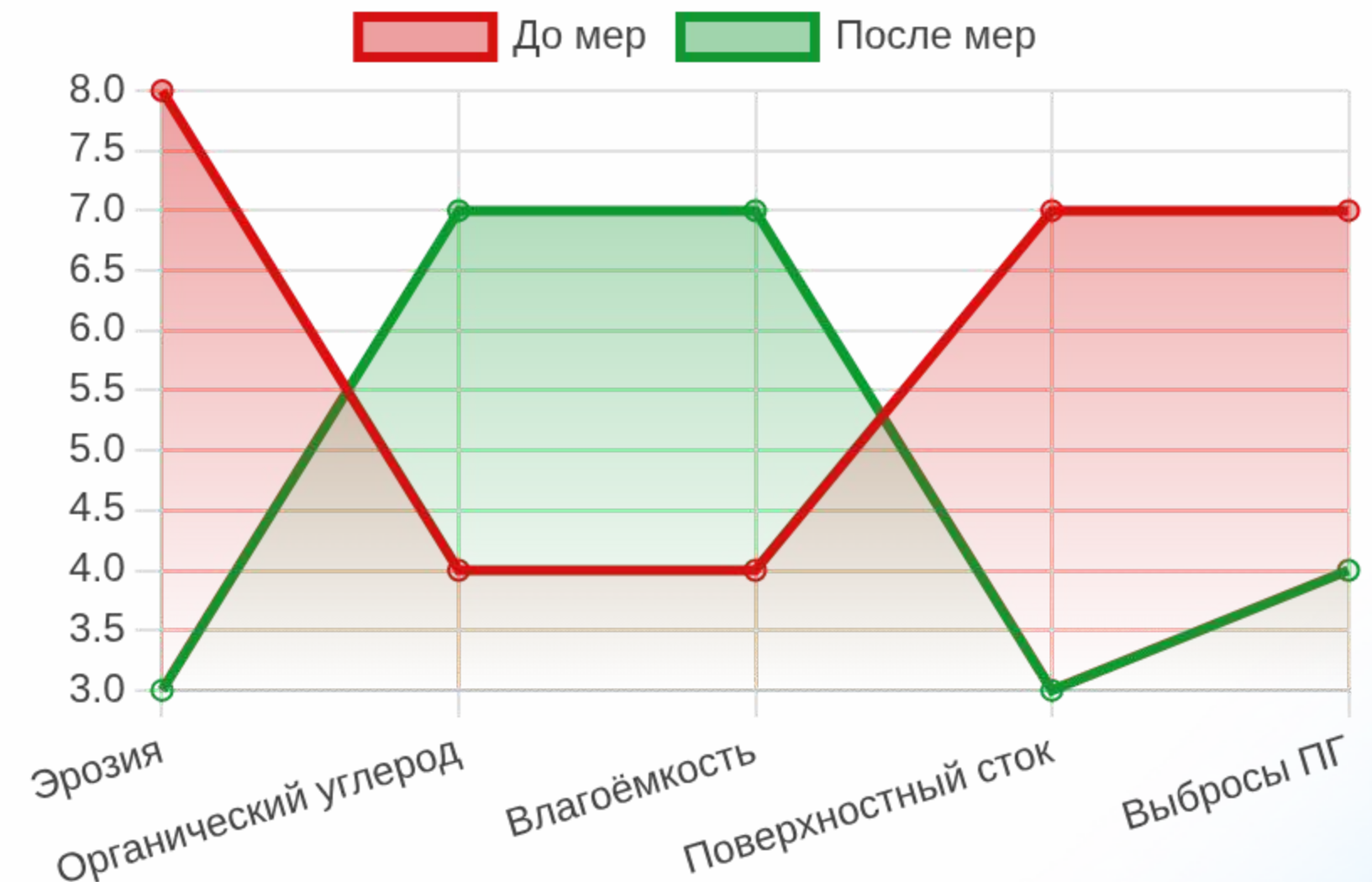
Зелёные решения

Парки, дождевые сады и проницаемые покрытия помогают удерживать влагу, уменьшать перегрев и поддерживать более богатое городское биоразнообразие.

Как почвозащитные меры изменяют экологические показатели

Стабилизация растительного покрова влияет сразу на несколько процессов: лучше удерживается влага, меньше разрушается поверхность и возрастает устойчивость урожая к погодным стрессам.

После внедрения почвозащитных практик показатели улучшаются одновременно, что подтверждает связь между состоянием почвы, климатической адаптацией и продуктивностью агросистем.



Сводная схема по материалам урока; значения относительные

Международные и национальные подходы к охране почв

1

Глобальные ориентиры

Охрана почв включена в цели устойчивого развития ООН и в подход нейтральной деградации земель, где важен баланс между использованием ресурсов и их восстановлением.

2

Система наблюдений

Мониторинг позволяет вовремя заметить потерю гумуса, загрязнение и уплотнение, а значит перейти от реагирования на последствия к предупреждению разрушения.

3

Ограничение рисков

Сокращение разрушительных практик, таких как распашка склонов, перевыпас и нерациональное орошение, помогает сохранить структуру почвы и её живое население.

4

Восстановление и технологии

Поддержка агроэкологических решений, рекультивация и восстановление деградированных участков сохраняют способность почвы накапливать органическое вещество и поддерживать круговорот веществ.

Что может сделать школьное сообщество

1. Сбор органики

Органические отходы из столовой и с территории можно отправлять в компост, чтобы уменьшить объём мусора и вернуть питательные вещества в почвенный цикл.

2. Озеленение территории

Посадка деревьев, уход за газонами и кустарниками помогают удерживать почву, снижать пылеобразование и делать школьную территорию более устойчивой к жаре.

3. Наблюдение и участие

Экологический мониторинг, участие в посадках и наблюдение за влажностью и структурой почвы связывают учебные знания с реальной природоохранной практикой.

Почва — живой фундамент устойчивого будущего

Сохранение почвы означает защиту биоты, урожая, воды и климата одновременно. Чем лучше мы бережём гумус и структуру, тем устойчивее становятся экосистемы, хозяйство и жизнь людей.