



THE ECONOMICS OF  
LAND DEGRADATION

ELD CAMPUS

Модуль:

**Идентификация и выбор  
экосистемных услуг**



[www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org)

#ELDsolutions

**Основные авторы / Составлено:**

Julia Hebbrecht, Hannes Etter, Silke Schwedes

**Рецензировано и отредактировано:**

Ричард Томас

Данный документ был опубликован при поддержке Германского общества международного сотрудничества (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH) от лица Федерального министерства экономического сотрудничества и развития Германии (BMZ).

**Фотографии:**

Birgit Kundermann (première et dernière de couverture); Georg Birbaumer/GIZ (p. 8);  
Jörg Böhling/GIZ (p. 23)

**Визуальная концепция:** Media Company, офис в Бонне

**Верстка:** kirrconcept gmbh, Бонн  
Бонн, Сентябрь 2019 г.

**За дополнительной информацией и обратной связью, пожалуйста, свяжитесь с нами:**

Секретариат ELD

Марк Шауэр

c/o Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Аллея Фридриха-Эберта 36.

53113 Бонн, Германия

E info@eld-initiative.org

I www.eld-initiative.org

**Предлагаемая цитата:**

Инициатива ELD (2019). Кампус ELD.

Модуль: Идентификация и выбор экосистемных услуг

Доступна по адресу: [www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org)

Модуль:

**Идентификация и выбор  
экосистемных услуг**

Сентябрь 2019 г.

[www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org)

#ELDsolutions

## Список сокращений

<b>ИИЭУ</b>	Искусственный интеллект для экосистемных услуг
<b>ПМКЭУ</b>	Принятая международная классификация экосистемных услуг
<b>КГНИСХ</b>	Консультативная группа по научным исследованиям в сельском хозяйстве
<b>СО<sub>2</sub></b>	Углекислый газ
<b>ДНК</b>	Дезоксирибонуклеиновая кислота
<b>ЭДЗ</b>	Экономика деградации земель
<b>ЭУ</b>	Экосистемные услуги
<b>ЕС</b>	Европейский союз
<b>ПСО</b>	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций
<b>ГИФБ</b>	Глобальный информационный фонд по биоразнообразию
<b>ГИС</b>	Географическая информационная система
<b>ГтУ</b>	Гигатонн углерода
<b>КОЭУК</b>	Комплексная оценка экологических услуг и компромиссов
<b>МТГП</b>	Межправительственная техническая группа по почвам
<b>ОТ</b>	Оценка экосистем на пороге тысячелетия
<b>НУИОА</b>	Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы
<b>ОЭСР</b>	Организация экономического сотрудничества и развития
<b>УУЗР</b>	Устойчивое управление земельными ресурсами
<b>ПОУ</b>	Почвенный органический углерод
<b>ЭЭБ</b>	Экономика экосистем и биоразнообразия
<b>ЗОЕП</b>	Электроэрозионное осаждение в едином потоке
<b>МОПТОСПР</b>	Мировой обзор подходов и технологий в области сохранения природных ресурсов

## Содержание:

	Сокращения .....	4
<b>глава 01</b>	Экосистемные услуги. Теория, лежащая в основе .....	6
	Классификация экосистемных услуг .....	8
	ПМКЭУ классификация экосистемных услуг .....	10
	Экосистемные услуги, улучшенные методами устойчивого управления земельными ресурсами .....	11
<b>глава 02</b>	Понимание регулятивных и вспомогательных услуг: круговороты воды, питательных, и почвенно-органических веществ .....	12
	Круговорот воды .....	12
	Круговорот питательных веществ .....	15
	Круговорот углерода .....	18
<b>глава 03</b>	Особые характеристики экосистемных услуг .....	20
	Пространственная динамика .....	20
	Временная динамика .....	20
	Взаимосвязанность и сложность .....	21
	Компромиссы и синергизм .....	21
	Конкурентность и исключительность в товарах и услугах .....	24
<b>глава 04</b>	Идентификация и оценка экосистемных услуг .....	25
	Понимание разграничения земель .....	26
	Оценка типов и состояния экосистемных услуг .....	28
	Этапы оценки экосистемных услуг .....	28
<b>глава 05</b>	Вопрос приоритетности – выбор экосистемных услуг для оценки .....	30
	Дополнительный материал для чтения .....	33
	Ссылки .....	35
	Список рисунков .....	38
	Список таблиц .....	39
	Liste des encadrés .....	39

## Экосистемные услуги. Теория, лежащая в основе

Под экосистемными услугами (ЭУ) понимаются все выгоды, которые люди получают от экосистем. Они не совпадают с большинством других товаров и услуг, поскольку они, как правило, **намного сложнее** в своем функционировании, взаимодействии и воздействии. Тем не менее, ЭУ начинают **уделять все большее внимание** в текущем обсуждении о сохранении и развитии, особенно в отношении **экосистемных ценностей** и их связи с экономикой. (Эмертон с соавторами. 2018 г.).

### Что такое экосистема?

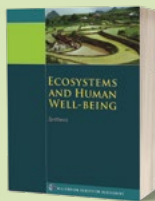
Динамический комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов и их неживой частью среды, взаимодействующих как функциональные единицы (ОТ 2005 г.).

### Что такое экосистемная услуга?

Прямой и косвенный вклад экосистем в благосостояние людей (ЭЭБ 2010 г.).

ЭУ впервые были оценены во всем мире программой Оценка экосистем на пороге тысячелетия, (ОТ). Результаты отчета привели к общей классификации категорий экосистем. Согласно докладу ОТ, около 60% экосистемных услуг ухудшаются или используются неустойчиво. Кроме того, деятельность человека в течение последних 50 лет оказала более сильное воздействие на экосистемы, чем когда-либо прежде в истории человечества. Например, за 30 лет после 1950 года больше земель было превращено в пахотные земли, чем за 150 лет между 1700 и 1850 годами. В результате четверть поверхности Земли покрыта сельскохозяйственными угодьями для сельскохозяйственной деятельности. (ОТ 2005 г.)

Земельные ресурсы предоставляют множество различных многофункциональных услуг, которые взаимодействуют и способствуют благополучию человека. Каждая из этих услуг имеет (социально) экономическую выгоду, которая представляет ценность для общества в целом и выходит за рамки рыночных ценностей. К примеру, наземные растения являются источником пищи, строитель-



Программа «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (ОТ) был провозглашена в 2000 г. Генеральным секретарем ООН Кофи Аннано. Программа «МА» проводилась в период между 2001 и 2005 годами для оценки последствий изменений в экосистемах для благосостояния людей, с целью предоставления наилучшей имеющейся информации и экосистемных услуг для принятия политических и управленческих решений. По данным ОТ, около 60% экосистем деградировали. ОТ создала научную основу для действий, необходимых для улучшения сохранения и устойчивого использования экосистем и их вклада в благосостояние людей. Отчасти ОТ была глобальной оценкой, но в целях более эффективного принятия решений на всех уровнях в качестве основных компонентов проекта были включены 34 оценки регионального (национального и локального) уровня (или субглобальные оценки). После выпуска ОТ начались дальнейшие субглобальные оценки. Отчет делится на: 1) состояние и тенденции; 2) сценарии; 3) рекомендации по изменению политики. К числу нерешенных проблем, выявленных в ходе этой оценки, относятся тяжелое состояние многих рыбных запасов в мире, высокая уязвимость 2 миллиардов человек, живущих в засушливых регионах, из-за потери экосистемных услуг, включая водоснабжение, и растущая угроза экосистемам от изменения климата и загрязнения питательными веществами (по материалам Эмертон с соавторами. 2018 г.).

Для получения дополнительной информации в отношении ОТ, пожалуйста, перейдите по следующим ссылкам:

<http://www.millenniumassessment.org/en/About.html>

[et http://www.millenniumassessment.org/en/History.html](http://www.millenniumassessment.org/en/History.html)

ных материалов и волокна, а также они предоставляют другие ключевые услуги, такие как регулирование качества почвы, воды и воздуха. Оценить общую экономическую выгоду земельных ресурсов не так просто или однозначно. **Структура экосистемных услуг** может облегчить всестороннюю оценку экосистемы путем разделения земель на отдельные части по широким независимым категориям (экосистемные услуги), которые могут оцениваться отдельно (т. е. Предоставление, поддержка, регулирование и культурные услуги, см. Рисунки 1 и 2) (ЭДЗ 2015 г., 1).

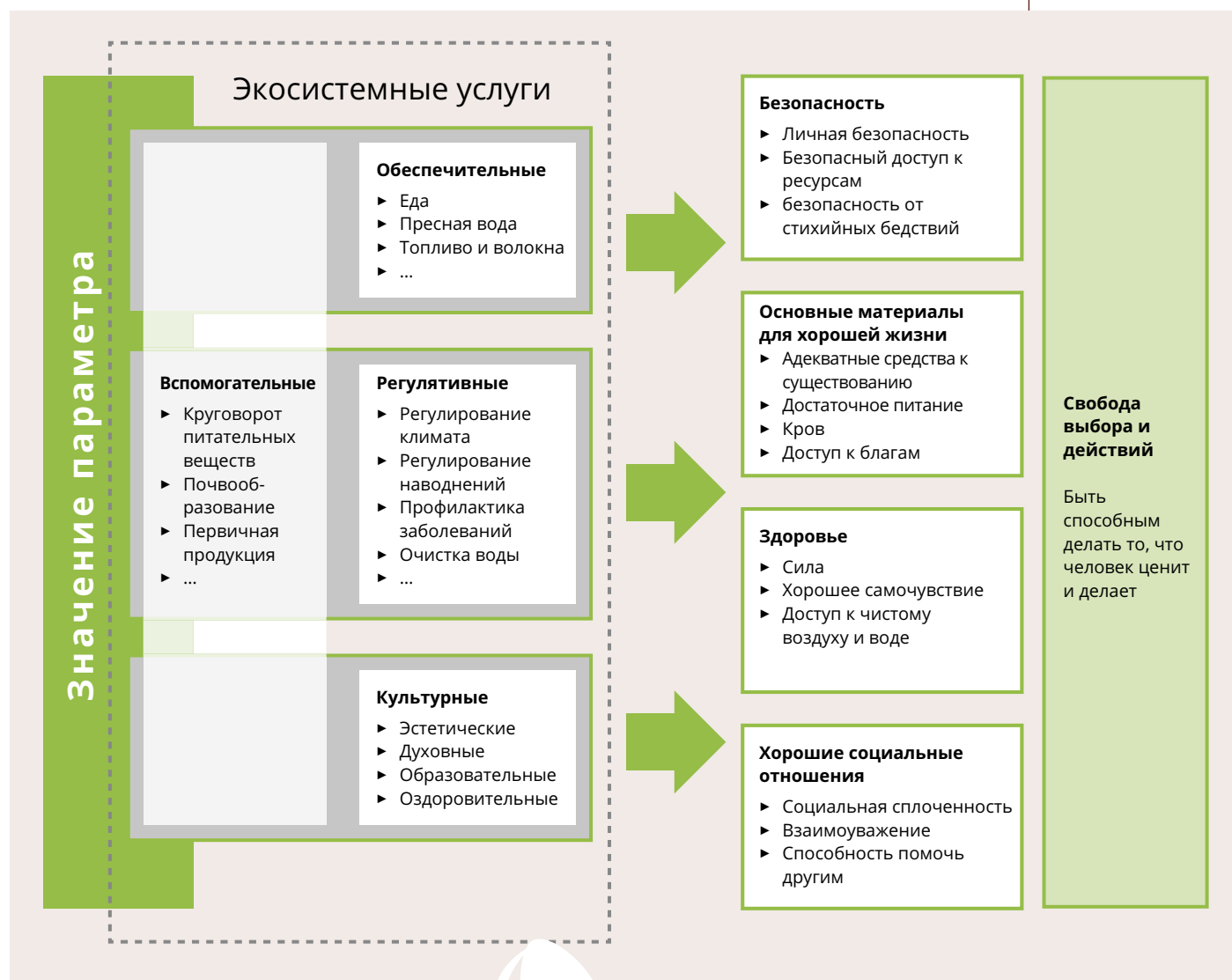
Структура экосистемных услуг имеет несколько классификаций экосистемных услуг для ряда целей. Эти классификации были созданы в качестве руководства для комплексных оценок экосистемы, а не «планов». Деление на классификации по программе «МА», является одной из самых популярных.

На рисунке 1 показана связь между четырьмя категориями экосистемных услуг и благосостоянием людей, которая основывается на докладе ОТ 2005 г.

РИСУНОК 1

**Предоставление экосистемных услуг за счет природного капитала: связь между экосистемными услугами и благосостоянием людей**

Источник: Доклад о ценности земельных ресурсов (ЭДЗ 2015 г., 1) по материалам доклада ОТ 2005 г.



## Классификация экосистемных услуг

### ОТ Деление на классификации экосистемных услуг

На рисунке 2 показаны четыре категории ЭУ в соответствии с ОТ. Их можно определить следующим образом (ЭДЗ 2015 г., 1):

**Обеспечительные услуги** – природный капитал в комбинации с физическим, человеческим и социальным капиталом для производства продуктов питания, древесины, волокна, воды, топлива, минералов, строительных материалов и жилья, биоразнообразия и генетических ресурсов или других «обеспечительных» выгод. К примеру, зерно, доставляемое людям в качестве продовольствия, требует производства инструментов (физический капитал), наличие фермеров (человеческий капитал) и фермерских сообществ (социальный капитал). Проще говоря: товары, которые люди могут получить из экосистемы;

**Регулятивные услуги** – природный капитал в комбинации с физическим, человеческим и социальным капиталом для регулирования таких процессов, как климатические явления с регулированием стока воды (например, для усиления борьбы с наводнениями или засухой, защиты от штормовой погоды), борьба с загрязнением, уменьшение эрозии почвы, круговорот питательных веществ, регулирование заболеваний человека, очистка воды, поддержание качества воздуха, опыление, борьба с вредителями и управление климатом с хранением и связыванием углерода. К примеру, защита от штормовой погоды прибрежными водно-болот-

ными угодьями требует защищенной физической инфраструктуры, наличие людей и сообществ. Эти услуги обычно не продаются, но имеют четкую ценность для общества;

**Культурные услуги** – природный капитал в комбинации с физическим, человеческим и социальным капиталом для производства большего количества материальных благ, связанных с отдыхом (туризм) и охотой, а также нематериальных благ, таких как духовное или эстетическое образование, культурная самобытность, атмосфера или других «культурных» благ. К примеру, для получения рекреационных благ требуется привлекательный природный актив (гора) в комбинации с физической инфраструктурой (дорога, тропа и т. д.), человеческим капиталом (люди, способные оценить опыт в горах) и социальным капиталом (семья, друзья и учреждения, которые делают времяпрепровождение на горе доступным и безопасным). Такие культурные услуги, как правило, чаще всего практикуются в области туризма или религиозных обрядов; а также

**Вспомогательные услуги** – они поддерживают основные экосистемные процессы и функции, такие как почвообразование, первичная продуктивность, биогеохимия, почвообразование и круговорот питательных веществ. Они косвенно влияют на благосостояние людей, поддерживая процессы, необходимые для обеспечительных, регулятивных и культурных услуг. К примеру, чистая первичная продукция - это экосистемная функция, которая поддерживает управление климатом посредством связывания углерода и удаления из атмосферы, который в комбинации с физическим, человеческим и социальным капиталом обеспечивает выгоды для регулирования климата. Некоторые утверждают, что эти вспомогательные «услуги» следует определять как «функции» экосистемы, поскольку они еще не имеют четкого взаимодействия с другими тремя формами капитала для создания выгод с точки зрения повышения благосостояния людей, а скорее поддерживают или лежат в основе таких выгод. Вспомогательные экосистемные услуги иногда могут использоваться как посреднические услуги для получения благ, когда такие блага не могут быть легко измерены напрямую.





## РИСУНОК 2

## Четыре категории экосистемных услуг с примерами

Источник: ЭЭБ 2010 г.

**Обеспечительные услуги** - это экосистемные услуги, которые описывают материальные результаты экосистем. Они включают в себя еду, воду и другие ресурсы.



**Еда:** Экосистемы обеспечивают условия для выращивания пищи - в дикой среде обитания и в управляемых агроэкосистемах.



**Сырье:** Экосистемы обеспечивают большое разнообразие материалов для строительства и топлива.



**Пресная вода:** Экосистемы обеспечивают поверхностные и подземные воды.



**Медицинские ресурсы:** Многие растения используются в качестве традиционных лекарств и в качестве сырья для фармацевтической промышленности.

**Регулятивные услуги** - это услуги, которые экосистемы предоставляют, выступая в качестве регуляторов, например, регулирование качества воздуха и почвы или обеспечение контроля за наводнениями и болезнями



**Местный климат и регулирование качества воздуха:** Деревья дают тень и удаляют загрязняющие вещества из атмосферы. Леса влияют на количество осадков.



**Связывание и хранение углерода:** Когда деревья и растения растут, они удаляют углекислый газ из атмосферы и эффективно блокируют его в своих тканях.



**Модерация стихийных бедствий:** Экосистемы и живые организмы создают буфер против природных опасностей, таких как наводнения, штормы и оползни.



**Очистка сточных вод:** Микроорганизмы в почве и на водно-болотных угодьях разлагают отходы человека и животных, а также многие загрязняющие вещества.



**Предотвращение эрозии и поддержание плодородия почвы:** Эрозия почвы является ключевым фактором в процессе деградации земель и опустынивания.



**Опыление:** Около 87 из 115 ведущих мировых продовольственных культур зависят от опыления животными, включая такие важные товарные культуры, как какао и кофе.



**Биологический контроль:** Экосистемы важны для борьбы с вредителями и переносчиками болезней.

**Среда обитания или вспомогательные услуги** лежат в основе почти всех других услуг. Экосистемы обеспечивают жизненное пространство для растений или животных: они также поддерживают разнообразие различных пород растений и животных.



**Места обитания для видов:** Среда обитания обеспечивает все, что нужно отдельному растению или животному, чтобы выжить. Мигрирующим видам нужны места обитания вдоль миграционных маршрутов.



**Поддержание генетического разнообразия:** Генетическое разнообразие отличает разные породы или расы, обеспечивая основу для местных хорошо адаптированных сортов и генофонда для дальнейшего развития коммерческих культур и домашнего скота.

**Культурные услуги** включают нематериальные выгоды, которые люди получают от контакта с экосистемами. Они включают в себя эстетические, духовные и психологические преимущества.



**Отдых, психическое и физическое здоровье:** Роль природных ландшафтов и городских зеленых насаждений в поддержании психического и физического здоровья растет все в большей степени.



**Туризм:** Природный туризм дает значительные экономические выгоды и является жизненно важным источником дохода для многих стран.



**Эстетическая оценка и вдохновение для культуры, искусства и дизайна:** Язык, знание и оценка природной среды были тесно связаны на протяжении всей истории человечества.



**Духовный опыт и атмосфера:** Природа является общим элементом всех основных религий: природные ландшафты также формируют местную идентичность и чувство принадлежности.

Иконки разработаны Яном Сассом для ЭЭБ. Они доступны для скачивания на [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org)

**ПМКЭУ классификация экосистемных услуг**

Помимо вышеупомянутой структуры ОТ, также используется структура Принятой международной классификации экосистемных услуг (ПМКЭУ). ПМКЭУ была разработана Европейским агентством по окружающей среде, для обеспечения систематического описания вклада биоразнообразия в благосостояние людей. ПМКЭУ - это не новая классификация ЭУ, которая стремится заменить ранее разработанные классификации, такие как ОТ или ЭЭБ. Она скорее задумана как инструмент, которая создает эквивалентность между системами классификации. Первый вариант ПМКЭУ 4.3 был опубликован в 2013 году, а пересмотренный вариант - ПМКЭУ 5.1 - с учетом опыта пользователя был запущен в 2017 году. Со времени своей первой публикации ПМКЭУ создала устойчивую базу пользователей в Европе. В частности, она использовалась для картирования и оценки экосистем и их услуг в рамках пункта 5 Стратегии ЕС по сохранению биоразнообразия до 2020 года (ПМКЭУ 2019).

Как и в ОТ, ПМКЭУ также использует обеспечительные, регулятивные и культурные услуги в качестве основных категорий ЭУ. В ПМКЭУ не включены лишь вспомогательные услуги, в силу того, что они не предоставляют

биотические результаты и, следовательно, считаются косвенными для благосостояния человека. Услуги ПМКЭУ являются «окончательными» в том смысле, что результаты или характеристики экосистемы, которые способствуют благосостоянию, по-прежнему связаны или зависят от экологических структур, процессов и функций, которые их поддерживают. (ПМКЭУ 2019).

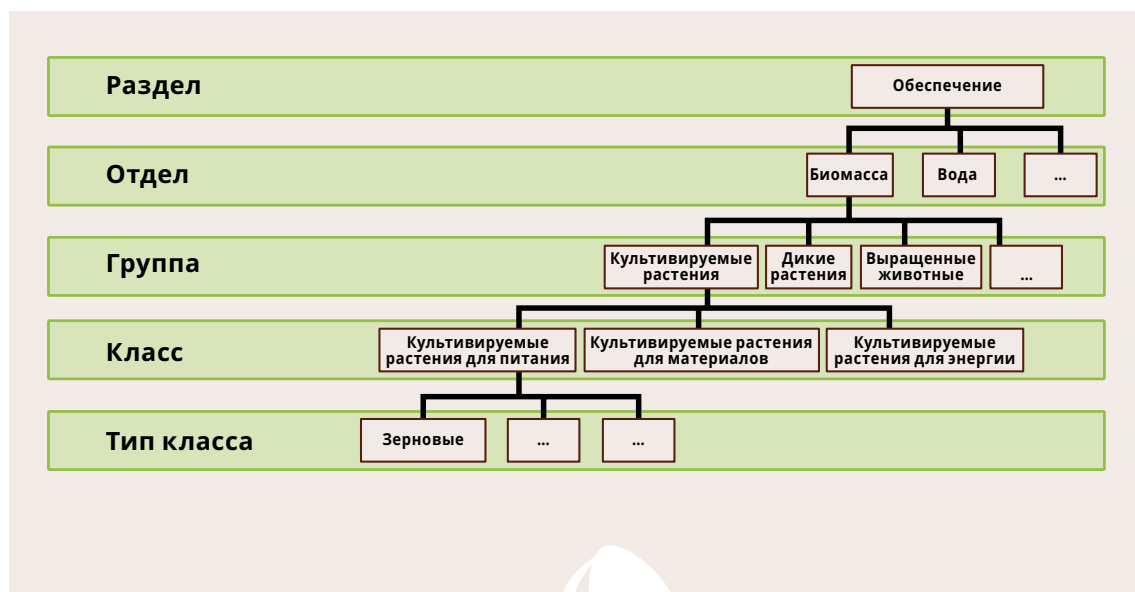
ПМКЭУ использует пятиуровневую структуру для определения «конечных экосистемных услуг». Рисунок 3 описывает этот пятиуровневый подход на примере предоставления зерновых в качестве конечного продукта экосистемы. Начнем с того, что уровень «Раздел» относится к одной из основных категорий ЭУ, в данном случае к обеспечению. Далее, уровень «Деления» соответствует производству биомассы. Следующие три уровня используются для дальнейшего определения классификации от группы «культивируемые наземные растения» к классу «культивируемые наземные растения для питания», а затем к типу класса «злаки» (ПМКЭУ 2019 г.).

Иерархическая структура также предназначена для решения масштабных проблем и учета географических различий в том, какие виды экосистемной продукции признаются в качестве услуги. Таким образом, более комплексные группы и категории деления могут

Р И С У Н О К 3

**Пример пятиуровневой структуры ПМКЭУ в случае производства зерновых**

Источник: ПМКЭУ 2019 г.



использоваться для составления отчетов в более широких пространственных масштабах, где комбинируется ряд более конкретных классов. В более мелких географических масштабах эти более широкие категории услуг могут быть представлены конкретными классами, которые осмыслены на локальном уровне (веб-сайт ПМКЭУ).

### **Экосистемные услуги, улучшенные методами устойчивого управления земельными ресурсами**

В модуле по деградации земель к устойчивому управлению земельными ресурсами (УУЗР) мы уже представили концепцию экосистемных услуг, связанных с земельными ресурсами. Неустойчивые методы землепользования приводят к процессам деградации земель. Запомните шесть категорий деградации земель, определенных МОПТОСПР:

- **Водная эрозия почв**, к примеру, эрозия оврагов, прибрежная эрозия, движения масс / оползни;
- **Ветровая эрозия почв**, к примеру, потеря верхнего слоя почвы, последствия деградации за пределами территории;
- **Химическая деградация почв**, к примеру, снижение плодородия почвы и снижение содержания органических веществ в почве, засоление;
- **Физическая деградация почв**, к примеру, прессование, уплотнение почвы;
- **Биологическая деградация**, к примеру, уменьшение растительного покрова, увеличение числа вредителей; а также
- **Загрязнение воды**, к примеру, изменение количества поверхностных вод и изменение уровня водоносного горизонта.

В зависимости от степени явлений эти процессы приводят к снижению или потере различных ЭУ:

- Снижение плодородия почвы и, как следствие, сокращение обеспечительных ЭУ, таких как обеспечение зерновыми, фруктами, волокном, древесиной, дровами и лекарствами
- Потеря верхнего слоя почвы, эрозия почвы в конечном итоге приводит к дальнейшим повреждениям вверх по течению (повышенное осаждение в реках и т. д.);
- Уменьшенные функции регулирования паводков;

- Загрязнение почвы и/или (грунтовых) вод;
- Снижение водоаккумулирующих объемов, снижение уровня грунтовых вод;
- Снижение связывания углерода и функции регулирования климата;
- Сокращение биоразнообразия (почвенные микроорганизмы, а также флора, фауна, места обитания над землей).

**Практические методы УУЗР, напротив, усиливают вспомогательные экологические функции земель.** Запомните четыре категории мер УУЗР - агрономические, вегетативные и структурные или управленческие меры. Эти меры поддерживают экологическую устойчивость и стабильность экосистемных услуг и, следовательно, доказали положительные социально-экономические, экологические, экономические и институциональные выгоды (сравните модуль по деградации земель к УУЗР, преимущества раздела и долгосрочные воздействия мер УУЗР).

Среди прочего, они помогают:

- **увеличить содержание органических веществ** и, следовательно, поддерживать или улучшать плодородие почвы; следовательно, они поддерживают или увеличивают доступность обеспечения ЭС, таких как зерновые культуры, фрукты, волокно, древесина, дрова и лекарства;
- **обогащать и стабилизировать верхний слой почвы и уменьшать эрозию почв**, предотвращая тем самым отложение осадков в реках и снижая риск затопления;
- **сохранить и / или улучшить здоровье почвы и механизмы очистки воды;**
- **поддерживать или увеличивать водоаккумулирующие объемы** и тем самым поддерживать или повышать уровень грунтовых вод, что может привести к улучшению доступа к воде;
- **укреплению связывания углерода** и регулированию климата;
- **поддерживать или увеличивать биоразнообразие** (почвенные микроорганизмы, а также флора, фауна, места обитания над землей); а также
- **повысить устойчивость** производства к изменению климата и экстремальным погодным явлениям.

## Понимание регулятивных и вспомогательных услуг: круговороты воды, питательных, и почвенно-органических веществ

В то время как обеспечивательные услуги относительно легко идентифицировать, определить количество и оценить, а культурные услуги играют незначительную роль в контексте сельскохозяйственных систем (на которых обычно концентрируется ЭДЗ), регулятивные и вспомогательные услуги имеют особое значение для того, чтобы иметь возможность сравнивать различные системы сельскохозяйственного использования и / или землепользования. Вот почему основные базовые природные циклы будут кратко описаны в этой главе как - круговороты воды, питательных веществ и почвенного органического углерода.

### Круговорот воды

Вода является важнейшим элементом жизни на Земле. При круговороте воды, вода проходит

различные процессы и изменяется где то между тремя фазами - твердой, жидкой и газовой. Она проходит между различными резервуарами - воздухом, облаками, океаном, озерами, растительностью, снежным покровом, ледниками и, таким образом, играет роль в климатической системе Земли (НУИОА 2019 г.).

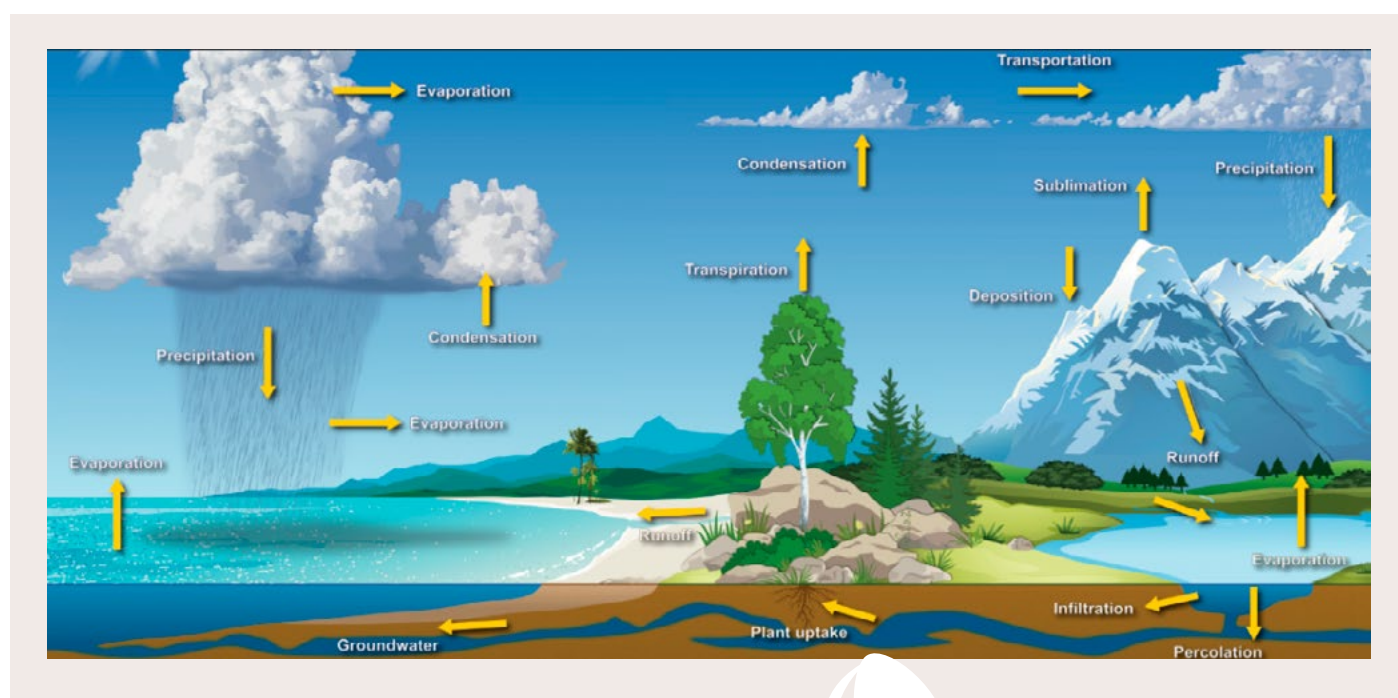
На рисунке 4 представлены основные процессы в круговороте воды (НУИОА 2019 г.):

- Испарение: процесс, при котором жидкая вода превращается в водяной пар (газ);
- Конденсация: процесс, при котором водяной пар (газ) превращается в капли воды (жидкость);
- Поглощение растением: вода, взятая из подземных вод и почвенной влаги;
- Транспирация: испарение жидкой воды из растений и деревьев в атмосферу;

РИСУНОК 4

### Глобальный круговорот воды: основные потоки воды

Источник: НУИОА 2019 г.



- **Перемещение:** движение воды в твердой, жидкой и газообразной форме через атмосферу;
- **Сток:** речное, озерное и потоковое движение воды и движение льда в ледниках;
- **Осадки:** вода, которая падает на землю. Большая часть осадков выпадает в виде дождя, но включает в себя снег, мокрый снег, морось и град;
- **Подземные воды:** подземные водотоки (водоносные слои);
- **Отложение:** водяной пар (газ) превращается в лед (твердое вещество), не проходя через жидкую фазу;
- **Сублимация:** лед и снег (твердые формы) превращаются в водяной пар (газ), не проходя через жидкую фазу;
- **Фильтрация:** движение воды в землю с поверхности;
- **Перколяция:** движение воды с помощью почвы, уходящей глубоко в грунтовые воды.

Вода является жизненно важным элементом для существования человека. Она используется для питья, промышленного применения, орошаемого земледелия, гидроэнергетики, утилизации отходов и оздоровительных процессов. Следующая рамка показывает некоторые основные угрозы, создаваемые водой при использовании человеком. Некоторыми движущими силами - это изменение климата и связанные с ним экстремальные погодные явления, а также неуклонно растущее население мира. Истощение запасов воды является важной проблемой, которую необходимо решить, поскольку она может повлиять на жизнедеятельность людей в будущем. (НУИОА 2019 г.).

#### Угрозы для всемирного запаса воды

- В период с 1960 по 2000 год водозабор из рек и озер для ирригации, для городских или промышленных нужд удвоился;
- Во всем мире 70% водопользования идет на сельское хозяйство;
- Во всем мире люди используют чуть более 10% от доступного возобновляемого запаса пресной воды в быту, сельском хозяйстве и промышленности;
- В некоторых регионах, таких как Ближний Восток и Северная Африка, люди используют 120% возобновляемых источников энергии (ОТ 2005 г.).

**Круговорот воды является неотъемлемой частью многих экосистем и предоставляет людям разнообразные ЭУ.** Трудно отнести круговорот воды строго к вспомогательным, регулятивным или обеспечительным услугам (ОТ 2005 г., 2). Например, **осадки** - это основной источник воды, который относится к **вспомогательным услугам**. Далее, экосистемы разделяют осадки на процессы **испарения, пополнения и стока**, которые соответствуют **регулятивным услугам**. **Пресная вода** также имеет важное значение для потребления человеком, что относится к обеспечительным услугам (Фалькенмарк и Фольке 2003 г.).

Вот несколько примеров некоторых основных экосистемных услуг, предоставляемых круговоротом воды (Коутс с соавторами 2013 г.):

- **Водно-болотные угодья** играют важную роль в регулировании поверхностных и подземных водотоков;
- В **почвах** удержание воды имеет основополагающее значение для обеспечения достаточного количества воды для роста растений. Например, опустынивание в основном связано с потерей воды из почв;
- **Растительность** и, в более общем смысле, **растительный покров** являются основными компонентами круговорота воды;
- Экосистемы можно рассматривать как «природную водную инфраструктуру», которая имеет аналогично функционирующую человеческую инфраструктуру и, таким образом, играет ключевую роль в управлении водными ресурсами..

Рисунок 5 иллюстрирует большое разнообразие экосистемных услуг, которые круговорот воды предоставляет людям в масштабе ландшафта. На рисунке 6 показан круговорот воды в масштабе агроэкосистемы.

РИСУНОК 5

**Концептуальная структура, иллюстрирующая круговорот воды и экосистемные услуги в упрощенном ландшафтном окружении**

Источник: Коутс с соавторами 2013 г.

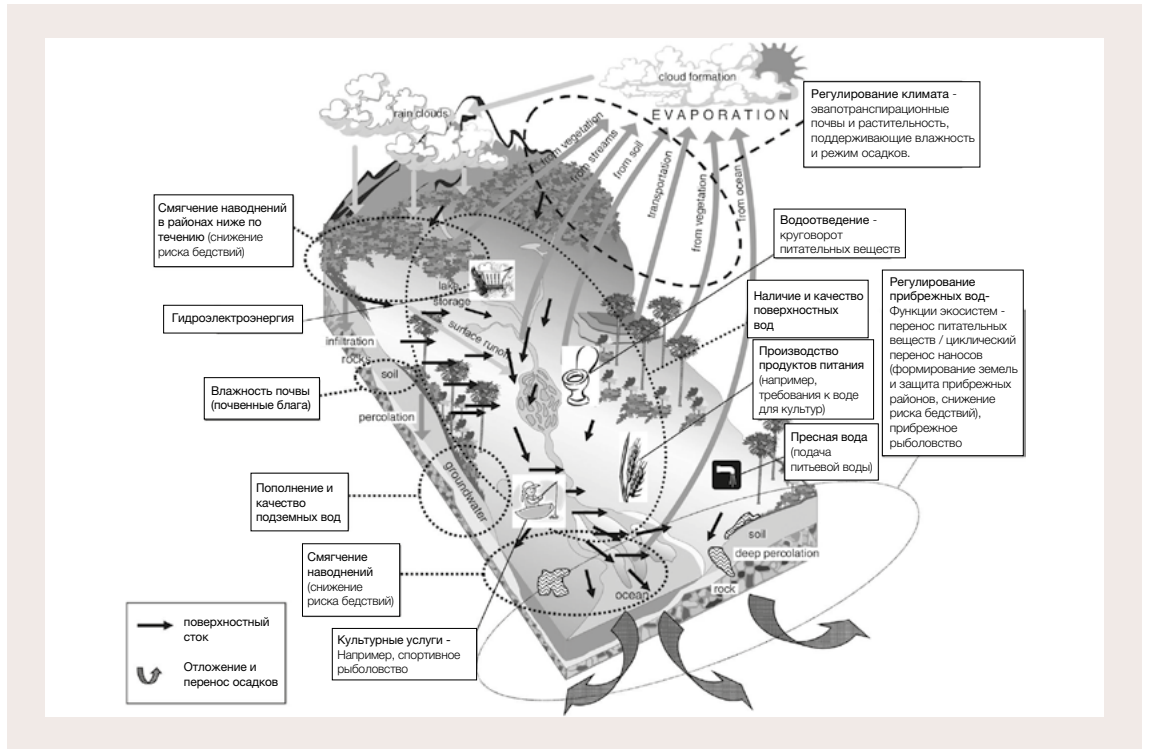
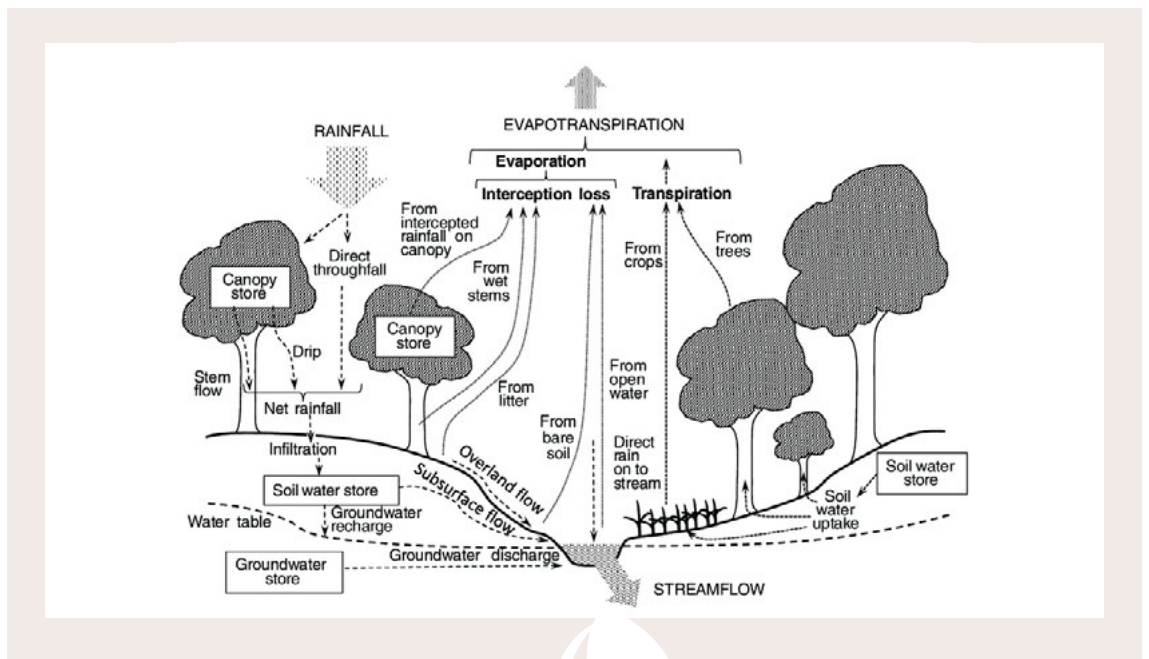


РИСУНОК 6

**Круговорот воды в агроэкосистеме**

Источник: Коутс с соавторами 2013 г.



### Круговорот питательных веществ

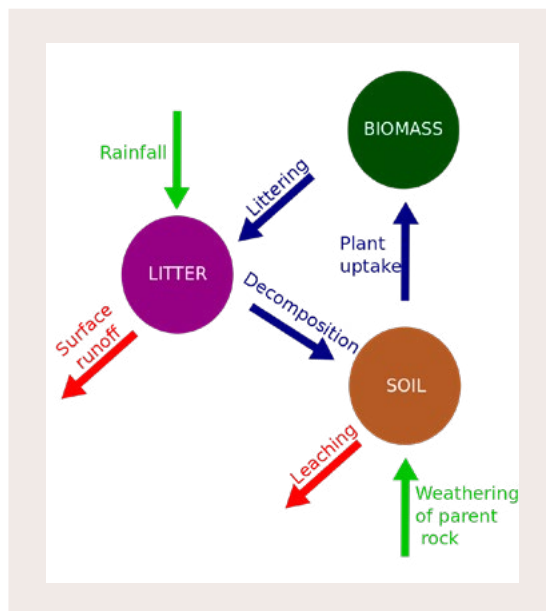
Рост растений зависит от многочисленных питательных веществ из почв, среди которых есть углерод, азот (N) и фосфор (P) (ОТ 2005 г., 3). Круговорот углерода будет изучен более подробно в следующем параграфе. Что касается азота и фосфора, они переходят через различные водоемы (почвы, биомасса, атмосфера, внутренние воды и океан) вдоль своих циклов, изменяя свою молекулярную форму во время этих процессов. На рисунке 7 показана общая схема круговорота питательных веществ между почвой и биомассой. Следует отметить, что баланс между органическими и неорганическими элементами в почвах необходим для обеспечения того, чтобы растения могли поглощать неорганические питательные вещества.

В следующем блоке приведены некоторые ключевые факты о проблемах, связанных с увеличением накопления азота и фосфора в экосистемах в результате удобрения и загрязнения.

РИСУНОК 7

### Круговорот питательных веществ типичной наземной экосистемы

Источник: Википедия 2019 г.



#### Ключевые факты по азотному (N) циклу

- В доиндустриальные времена ежегодный поток азота из атмосферы в наземные и водные экосистемы составлял 90–130 млн. тонн в год. Это было более или менее сбалансировано обратным потоком «денитрификации»;
- Производство и использование синтетических азотных удобрений, расширенные посадки азотфиксирующих культур и осаждение азотсодержащих загрязнителей воздуха вместе создали дополнительный поток около 200 миллионов тонн в год, только часть которого была денитрифицирована;
- Результирующее накопление азота на суше и в воде позволило значительно увеличить производство продуктов питания, но за счет увеличения выбросов парниковых газов и частого ухудшения услуг пресной воды и прибрежных экосистем, включая качество воды, рыболовство и стоимость бытовых услуг - менее половины внесенных азотных удобрений попадают в растениеводство.

Остальная часть выщелачивается в водоемы или возвращается в атмосферу.

#### Ключевые факты по фосфорному (P) циклу

- Фосфор также накапливается в экосистемах со скоростью 10,5–15,5 млн. тонн в год, что сопоставимо с доиндустриальной скоростью в 1–6 млн. тонн фосфора в год, главным образом в результате использования добываемого фосфора в сельском хозяйстве;
- Большая часть этого накопления происходит в почвах, которые затем могут размываться в пресноводные системы, вызывая ухудшение экосистемных услуг;
- Эта тенденция, вероятно, будет распространяться и усугубляться в течение следующих десятилетий, поскольку на суше накапливается большое количество фосфора, и его перенос в водные системы происходит медленно и его трудно предотвратить.

Источник: ОТ 2005 г., 3

Концепция планетарных границ была первоначально введена Рокстремом с соавторами (Рокстрем с соавторами 2009г. a,b). Дальнейшее исследование определило девять планетарных границ (Штеффен с соавторами 2015 г.), две из которых подвержены высокому риску (см. Рисунок 8). Это связано с биогеохимическими потоками азота и фосфора, которые играют важную роль в текущей глобальной системе сельскохозяйственного производства (Кэмпбелл с соавторами 2017 г.).

Рисунок 9 иллюстрирует упрощенную форму азотного цикла в качестве конкретного при-

мера. Азотный цикл состоит из потоков азота в различных химических формах между атмосферой, поверхностью суши и океанами. В атмосфере азот в основном присутствует в газообразной форме в виде молекулярного азота вместе с другими микроэлементами. Водные системы содержат в основном растворимые формы азота, такие как нитрат и аммиак. Биологические системы в основном содержат биологический азот в форме белков и ДНК (Эрисман с соавторами 2007 г.).

Хотя недостаток питательных веществ в почве ограничивает рост растений и сни-

Р И С У Н О К 8

**Состояние девяти планетарных границ, включая биогеохимические потоки фосфора и азота**

Источник: Кэмпбелл с соавторами 2017 г.

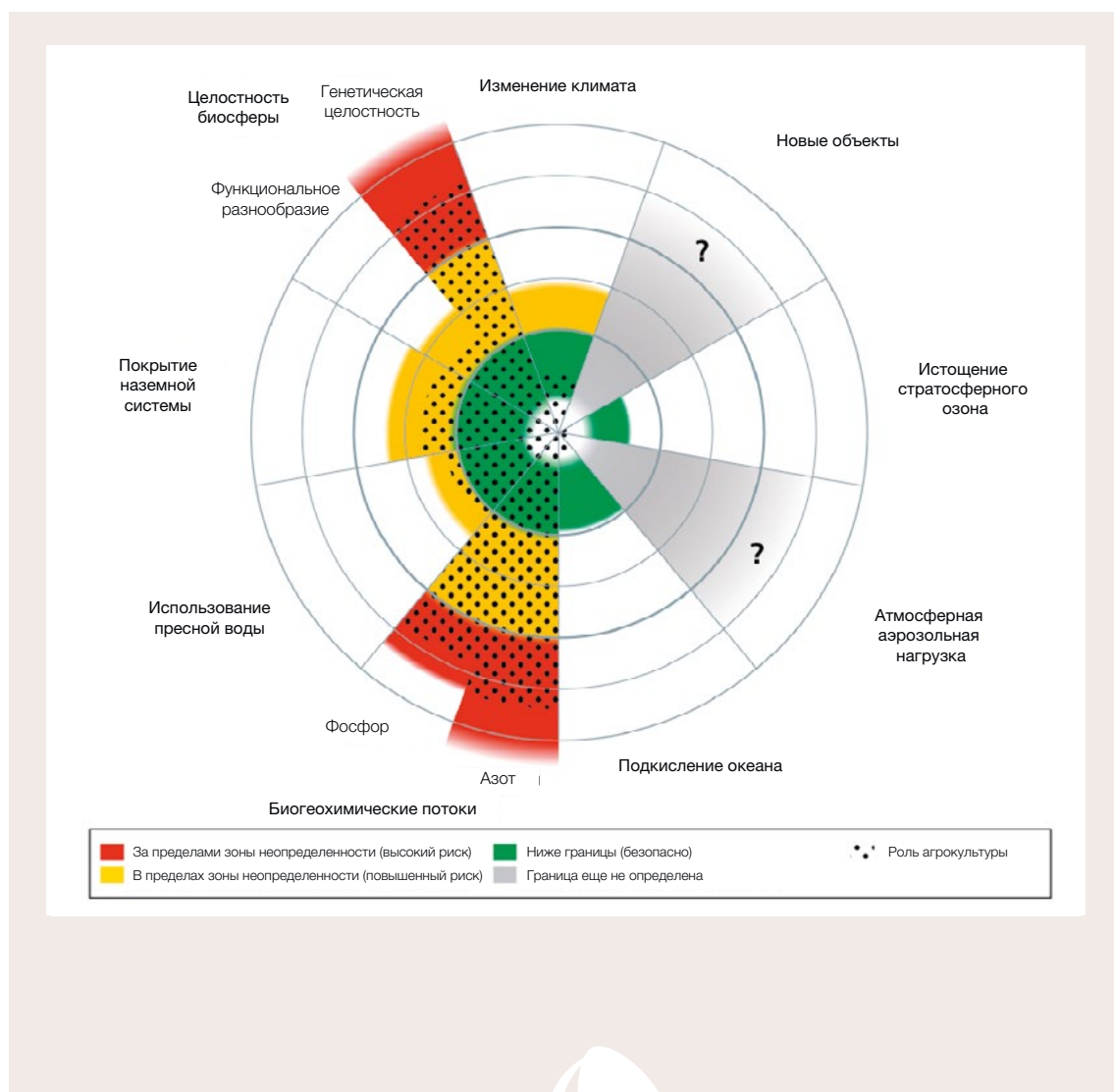
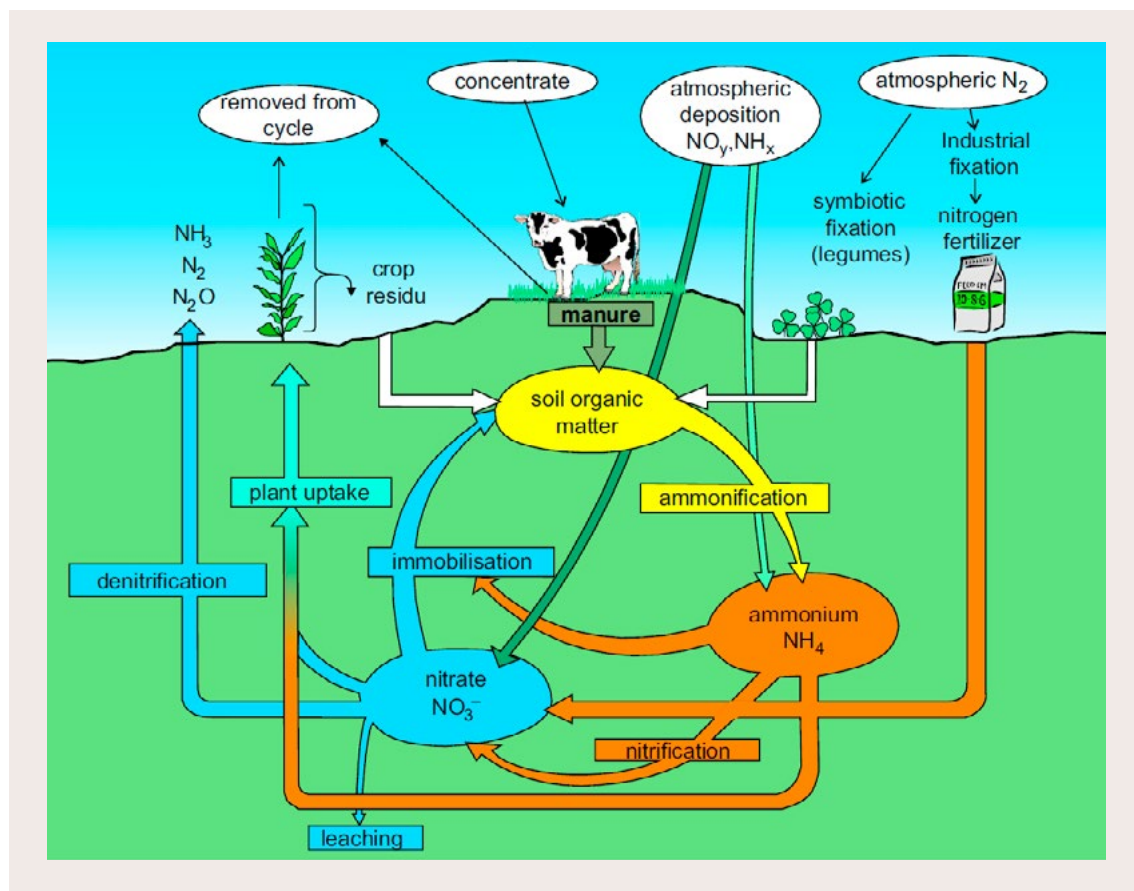




РИСУНОК 9

**Наиболее важные элементы азотного цикла**

Источник: Эрисман с соавторами 2007 г.



жает урожай, чрезмерное количество питательных веществ, применяемых на сельскохозяйственных полях, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. (ПСО 2017 г., 2):

- Потеря избытка питательных веществ, особенно азота и фосфора, приводит к эвтрофикации и ухудшению качества воды;
- Увеличенное количество геммоксида азота - парниковый газ - выделяется из почв в атмосферу;
- Мобильные формы азота выщелачиваются в воду, используемую для потребления человеком, что может повлиять на здоровье человека; и, в крайнем случае, гибель урожая.

Таким образом, меры УУЗР используются для предотвращения этих серьезных экологических проблем. Вот несколько примеров (ПСО 2017 г., 2):

- Улучшение естественного плодородия почвы и естественных круговоротов питательных веществ с помощью таких методов **сохранения почвы**, как использование севооборотов с бобовыми, зеленым и животным навозом, покровных культур в сочетании с уменьшенной или нулевой обработкой почвы, ограниченным использованием гербицидов и агролесоводством;
- Оптимизация эффективности использования питательных веществ путем применения **адаптированных к конкретным условиям удобрений для почвы**, таких как компост или известковые удобрения;
- Применение удобрений должно способствовать **сбалансированному усвоению питательных веществ культурой** и основываться на анализе почвы и растений.

Для получения более подробной информации о методах УУЗР см. Модуль по деградации земель к УУЗР..

### Круговорот углерода

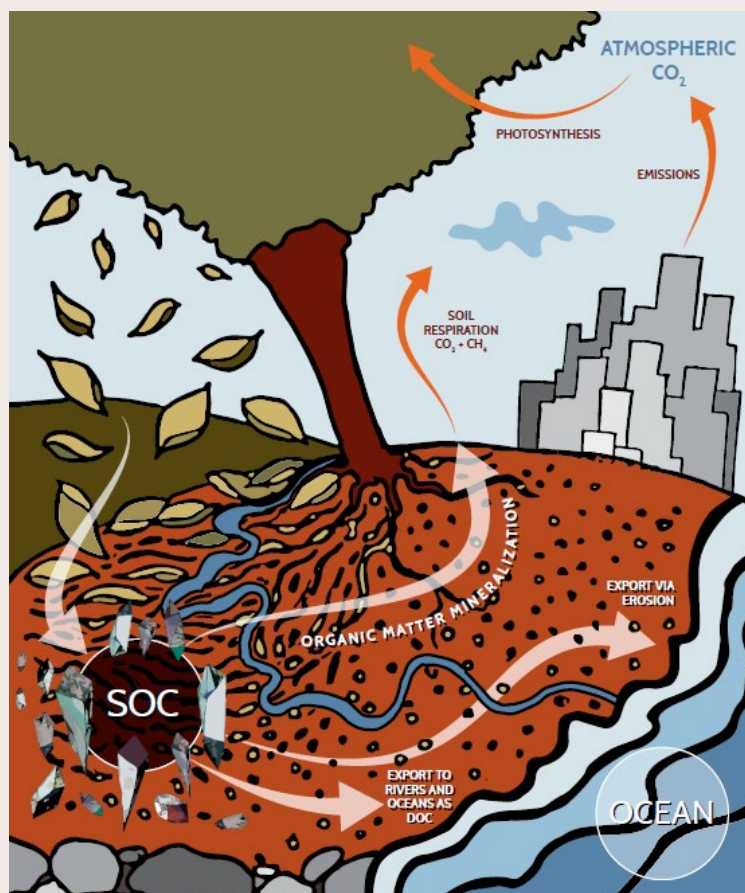
Почвенный органический углерод (ПОУ) является одной из частей более обширного глобального углеродного цикла, который включает в себя круговорот углерода через почву, растительность, океан и атмосферу (ПСО 2017 г., 1). ПОУ представляет собой значительный углеродный пул, хранящий 1500 Пг в первом метре почвы. Для сравнения, два других основных углеродных пула, атмосфера и наземная растительность, содержат 800 Пг и 500 Пг соответственно (ПСО и МТГП, 2015). ПОУ пул является динамическим резервуаром, где углерод совершает оборот между различными углеродными пулами (ПСО 2017 г., 1).

Как показано на рисунке 10, круговорот углерода включает в себя четыре основных углеродных пула, которые представляют собой почвы, океаны, атмосферу и наземную растительность. Начнем с того, что растительность поглощает углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) из атмосферы и превращает его в органический углерод путем фотосинтеза. Почвы также поглощают углерод за счет включения мертвых органических веществ в почву гетеротрофными микроорганизмами. Углерод может затем выбрасываться из почвы обратно в атмосферу в виде  $\text{CO}_2$  посредством разложения органических веществ в почве микроорганизмами. Углерод также может быть экспортирован в углеродный пул океана в виде растворенного органического углерода или путем эрозии (ПСО 2017 г., 1).

### РИСУНОК 10

#### ПОУ в глобальном углеродном цикле

Источник: ПСО 2017 г. (1)



### Ключевые факты по круговороту углерода

- с 1750 года содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере увеличилось на 34%, причем с 1959 года этот показатель увеличился на 60%;
- С 1950 года наземные экосистемы стали играть важную роль в качестве поглотителей углерода;
- Наземные экосистемы играют определенную роль в связывании углерода за счет более эффективного лесопользования, изменений в методах ведения сельского хозяйства и воздействия удобрений на осаждение азота и увеличения содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере.

Источник: OT 2005 г. (1)

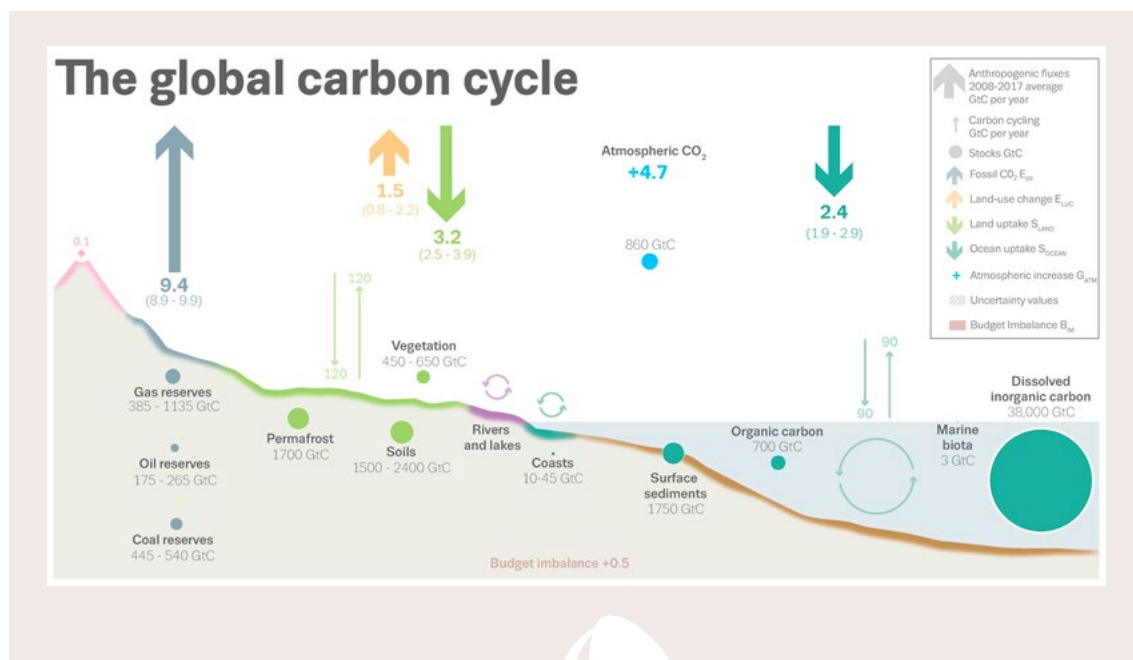
Что касается циклов питательных веществ азота и фосфора, то органический углерод в почве может быть увеличен посредством мер УУЗР. К примеру, естественное плодородие почвы может быть улучшено с помощью таких методов сохранения почв, как использование севооборотов с бобовыми, зеленым и животным навозом, покровных культур в комбинации с сокращением или отсутствием обработки почвы, ограниченным использованием гербицидов и агролесоводством (ПСО 2017 г., 2).

На рисунке 11 показан глобальный углеродный цикл с акцентом на антропогенные выбросы CO<sub>2</sub> в период 2008–2017 годов. В этот период среднегодовые антропогенные выбросы CO<sub>2</sub> составляли 9,4 гигатонн углерода. Из этого количества около 4,7 гигатонн углерода оставалось в атмосфере каждый год, что соответствует 50% от общего годового количества. Этот выброс углерода затем накапливался в атмосфере (44%), в океане (22%) и на суше (29%) с бюджетным дисбалансом в + 0,5% (Глобал Карбон Проджект 2001-2018 г.).

РИСУНОК 11

### Глобальный углеродный цикл

Источник: Глобал Карбон Проджект 2018 г.



## Особые характеристики экосистемных услуг

Экосистемные услуги сложно проанализировать, определить количество и оценить из-за пространственной и временной динамики, их взаимосвязанности и сложности, а также компромиссов и синергизма в рамках экосистемных услуг. (Эмертон с соавторами. 2018 г.).

биофизические процессы меняются в зависимости от ландшафта, б) выгоды и получатели выгод меняются в зависимости от ландшафта и в) затраты на предоставление услуг меняются в зависимости от ландшафта.

### Пространственная динамика

Здесь может возникать разница между тем, где производится экосистемная услуга, и тем, где получают выгоды (рисунок 12). В целом, ЭУ переживает переход от точки производства к точке использования тремя способами: а)

### Временная динамика

Экологические условия и процессы могут динамично меняться, так как социальные предпочтения и потребности также могут меняться со временем. Временная динамика также может иметь значение для оценки, поскольку люди предпочитают получать выгоды скорее раньше, чем позже.

РИСУНОК 12

### Пространственная динамика в экосистемах

Источник: Фишер с соавторами 2009 г.

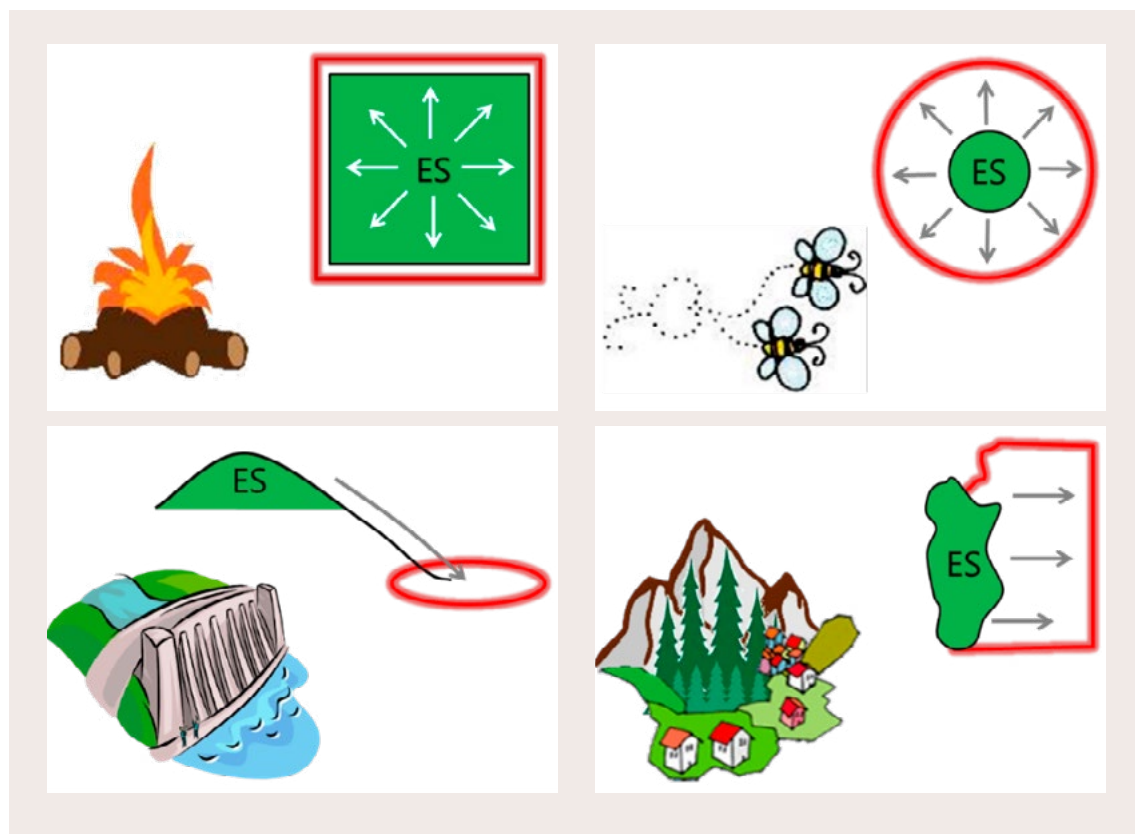


РИСУНОК 13

**Взаимодействие экосистемных услуг**

Источник: Беннетт с соавторами 2009 г.



**Взаимосвязанность и сложность**

Изменения в экосистеме могут по-разному влиять на услуги. Изменения или воздействия на одну часть могут также повлиять на другие услуги. Это делает экосистемы очень сложными для понимания и оценки.

Рисунок 13 иллюстрирует некоторые соответствующие примеры. Черные стрелки указывают на положительный эффект, а серые - на отрицательный.

**Компромиссы и синергизм**

Компромисс между экосистемными услугами возникает в результате выбора человеком решений, которые могут изменить тип, величину и относительное сочетание услуг, предоставляемых экосистемами. Компромиссы возникают, когда предоставление одних ЭУ сокращается вследствие расширения исполь-

зования других ЭУ. В некоторых случаях компромисс может быть явным выбором; но в других, компромиссы возникают без преднамеренности или даже осознания того, что они вовсе происходят. Эти непреднамеренные компромиссы случаются, когда мы не знаем о взаимодействиях между ЭУ (например, Тилман с соавторами 2002 г., Рикеттс с соавторами 2004 г.), когда наши знания о том, как они работают, являются неправильными или неполными, или когда вовлеченные ЭУ не имеют явных рынков сбыта. Но даже когда решение является результатом явного, осознанного выбора, решение может иметь негативные последствия. К примеру, неблагоприятные воздействия могут возникнуть вследствие несоответствия шкалы между намерением конкретного управленческого решения, ожидаемым результатом и долгосрочным или широким пространственным масштабом решений (ван Джаарсвелд с соавторами 2005 г.). Отзывы экосистем и динамика пищевой сети также могут привести к

неожиданным последствиям (Остфельд и Лоджудиче 2003 г.).

Примеры компромиссов между экосистемными услугами показаны ниже. Первый показывает, как переход от естественной экосистемы к сельскохозяйственной экоси-

РИСУНОК 14

**Сравнение экосистемных услуг, предоставляемых сельскохозяйственной и естественной экосистемой**

Источник: Гордон с соавторами 2010 г.

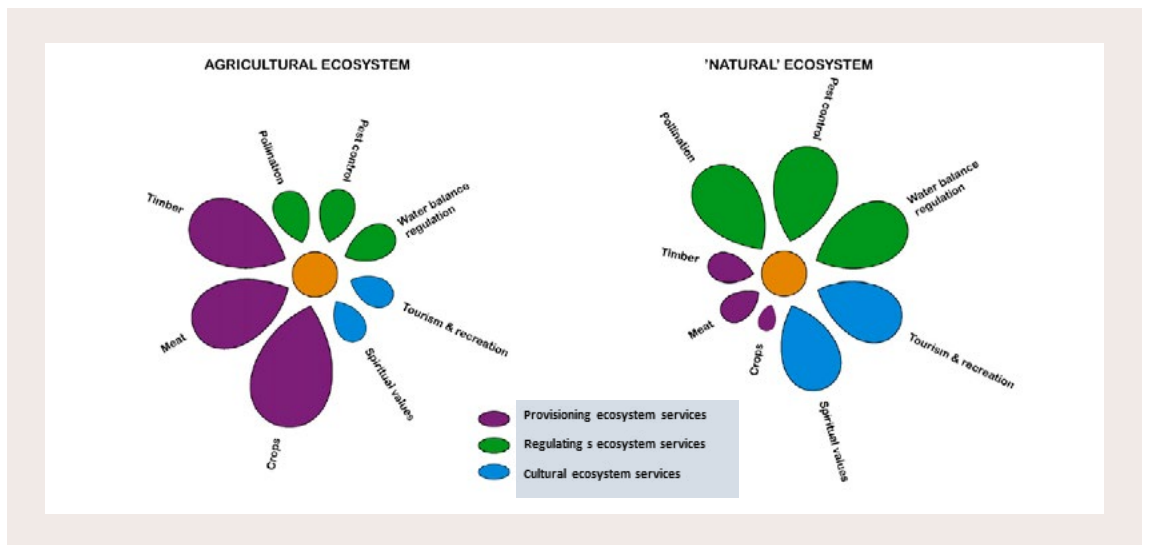
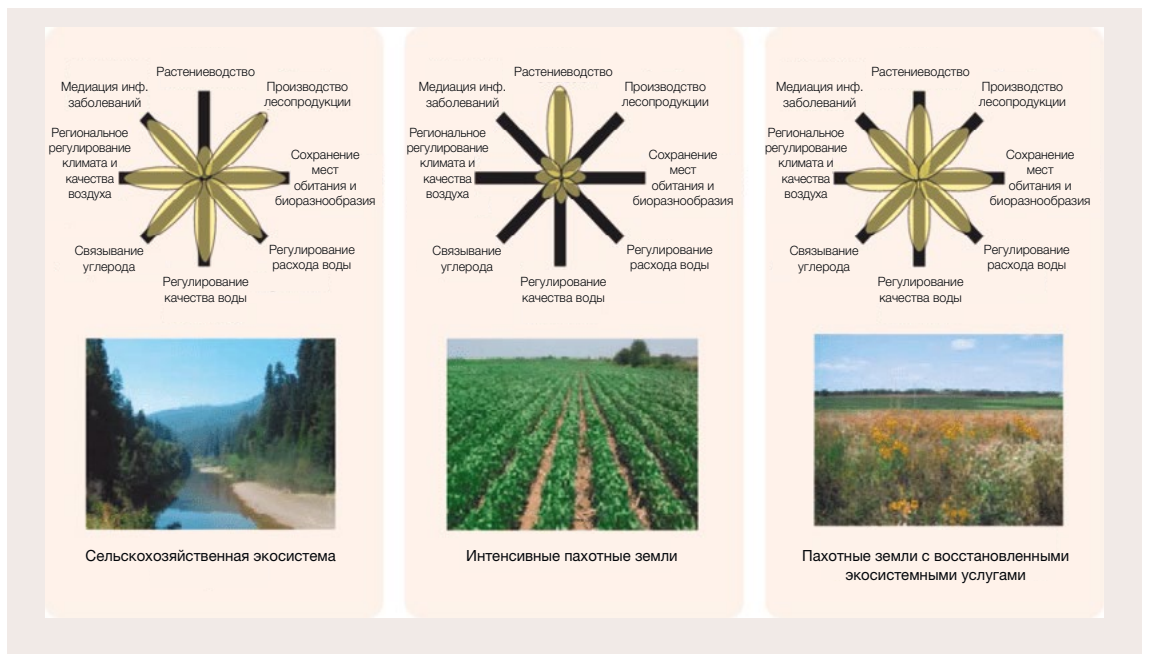


РИСУНОК 15

**Сравнение экосистемных услуг, предоставляемых естественной экосистемой, интенсивными пахотными землями и пахотными землями с восстановленными экосистемными услугами**

Из: Фоли с соавторами 2005 г.



стеме или наоборот влияет на взаимосвязь между обеспечительными, регулятивными и культурными экосистемными услугами (рисунок 14). Второй разделил различие между системой интенсивного выращивания сельскохозяйственных культур и более обширной системой, с восстановленными экосистемными услугами (рисунок 15).

Важно отметить, что все **эти компромиссы имеют значение для распределения, равноправия и интересов** различных заинтересованных сторон, включая людей, живущих вниз по течению, будущие поколения и / или дикую природу. Например, система интенсивного растениеводства, применяющая удобрения и пестициды, может снизить качество почвы, биоразнообразие, биологический контроль, регулирование качества воздуха, а также услуги по регулированию воды и качество воды, и может вызвать негативные последствия для здоровья, а также ограничения в использовании для будущих поколений.

Тем не менее, также возможно создать синергизм и, таким образом, беспроигрышные ситуации, когда больше одной экосистемной услуги создает множество других экосистемных услуг и выгод. Примером этого может служить обширная система растениеводства, включающая в себя деревья и сельскохозяйственные культуры и использующая только органическое удобрение. Эта система помогает

поддерживать качество почвы и, следовательно, может способствовать первичному производству. Кроме того, это улучшает накопление углерода, помогает регулировать потоки воды, улучшает большинство обеспечительных услуг (особенно продуктов питания) и увеличивает биоразнообразие.

Компромиссы влияют на текущее и будущее обеспечение ЭУ, а следовательно, на развитие и благополучие. Минимизация и смягчение отрицательных компромиссов означает уменьшение экологических и социальных конфликтов. Выявление компромиссов дает информацию о том, какие средства поощрения и решения необходимо изменить, чтобы уменьшить негативное влияние на ЭУ (Ценности ЭУ 2018 г.).

**При выявлении и анализе экосистемных услуг важно различать экосистемные услуги в отношении получателей выгод.** Позже это станет предпосылкой для анализа затрат и выгод «привычный порядок вещей» по сравнению со сценарием «действия». *Кто несет расходы? У кого есть выгоды?*

#### **Конкуренция и исключительность в товарах и услугах**

Важно понимать не только функцию динамики экосистемы, но и социальные системы, которые взаимодействуют с соответствующими товарами и услугами. Некоторые услуги



и их преимущества будут частными, некоторые - общедоступными. Системы управления, рынки, неформальное землепользование и т.д., используются для применения и извлечения выгоды из экологических систем. Эти системы являются сложными и динамичными и будут взаимодействовать с различными категориями товаров, требуя различных социальных решений для каждого типа.

Некоторые экосистемные услуги предоставляют преимущества, которые являются как конкурентными, так и исключительными, и поэтому могут также продаваться на обычных рынках (таблица 1). Это частные блага, как например, продовольственные культуры на частной ферме.

Другие экосистемные услуги попадают в категорию, часто называемую платными или клубными благами. Этот тип благ не является конкурентным, но является исключаемым; например, плата за вход взимается за вход в национальный парк.

Другим набором благ являются те блага, которые являются конкурирующими, но не исключаемыми. Их часто называют ресурсами открытого доступа или общего пула. В данном случае в пример можно привести общественные пастбища.

Наконец, существуют чистые общественные блага, которые не являются ни конкурирующими, ни исключаемыми. Например, способность атмосферы защищать людей от вредной радиации часто считается экосистемной услугой. К общественным благам также относятся парки открытого доступа в городах, лесах и т.п. Правительство чаще всего управляет этими товарами; трудно определить, кто именно должен платить за сопутствующие услуги (по материалам Эмертон с соавторами. 2018 г.).

ТАБЛИЦА 1

**Конкуретность и исключаемость в товарах и услугах**

Источник: по материалам Эмертон с соавторами. 2018 г.

		Можно ли предотвратить доступ потребителей к товару или услуге?	
		Исключаемо	Не исключаемо
Уменьшает ли использование товара / услуги кем-то его доступность для кого-то еще?	Конкурирующий	<b>Частные блага:</b> - Еда - Древесина - Уголь/руда/железо	<b>Блага общего пользования:</b> - Климатическая стабильность - Вода - Рыбные запасы
	Неконкурирующий	<b>Клубные блага:</b> - Национальный парк - ЕС	<b>Общественные блага:</b> - Кислород - Гора/леса



## Идентификация и оценка экосистемных услуг

Поэтапный подход ЭДЗ 6 + 1 - это метод, который направляет пользователей через процесс создания научно обоснованного анализа затрат и выгод для информирования в процессах принятия решений. Первые три этапа направлены на выявление соответствующих экосистемных услуг в заранее определенной области исследования (ЭДЗ 2015 г., 2).

**Первым этапом** является начальный этап, на котором масштаб, фокус, пространственный масштаб и стратегическая цель исследования обрисованы в общих чертах и согласованы с заинтересованными сторонами, которые будут играть ключевую роль в разработке альтернативных сценариев в устойчивом управлении земельными ресурсами. Это делается через структурированный процесс **участия заинтересованных сторон**, в кото-

ром объясняется базовый подход и обоснование исследования, а также обсуждаются стратегические вопросы. (см. модуль по коммуникациям, пропаганде и влиянию на политику в кампусе ЭДЗ). Кроме того, для поддержки развития и основы исследования следует собрать и подготовить **справочные документы** по политическому, законодательному и институциональному контекстам и более широким социально-экономическим и экологическим условиям и провести предварительные исследования на этом этапе. (Ноэль и Суссан, 2010 г.). Крайне важно, чтобы **масштаб исследования**, будь то на уровне сообщества, субнациональном (например, провинция или водораздел), или национальном уровне, а также конкретные географические границы и категории земного покрова были четко определены. Кроме того, соответ-

### Б Л О К 1

#### Картирование деградации земель (эрозия почвы) в Эфиопии

*Источник: ЭДЗ 2015 г. (2), Хурни с соавторами 2014 г.*

Хурни с соавторами (2014 г.) провели анализ затрат и выгод существующего и потенциального создания почвенных и водосберегающих структур в высокогорных районах Эфиопии. Для определения выбранных географических характеристик для исследования (в данном случае, типа растительного покрова, существующих природоохранных сооружений и эрозии / осадения почв) авторы использовали комбинацию изображений со спутника Лэндсат и мнения экспертов для определения классов земного покрова в комбинации с Модульными сооружениями электро-эрозионного осадения в едином потоке (ЭОЕП) в высокогорье Эфиопии. Эта модель предсказывает закономерности деградации путем оценки пространственной эрозии и характера осадения почвенного вещества и используется в настоящем исследовании со следующими параметрами:

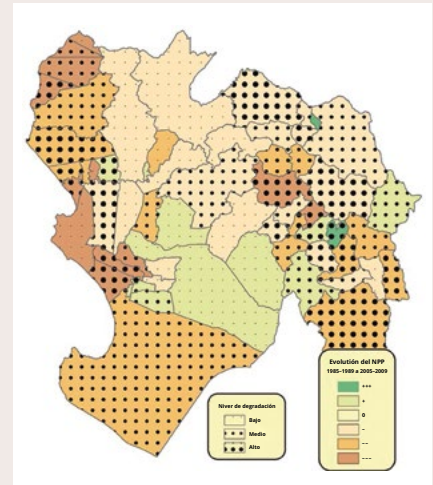
- Эродируемость: получена из наборов данных о пространственном распределении типов почв, которые калибровали параметры эродируемости из литературы;
- Тип управления: по спутниковым снимкам с высоким разрешением физические структуры сохранения были определены с использованием геопространственных расчетов;
- Почвенный покров: с использованием снимков со спутника Лэндсатр был идентифицирован и покрыт почвенный покров в модуле ЭОЕП в программном обеспечении ГОМС; а также
- Высота: цифровая модель рельефа исследуемого района использовалась для получения информации о склонах (которые необходимо учитывать, так как большие склоны увеличивают потребность в консервационных сооружениях) и пропускной способности отложений.

Полученная информация была также сверена на местности, а также с заключением экспертов, чтобы гарантировать, что идентификация земного покрова, а также оценки деградации земли (эрозия почвы) и ее воздействия (осадение) были точными. Исходя из этого, у авторов была прочная основа, на которой они могли разрабатывать альтернативные сценарии управления земельными ресурсами и сравнивать их с «привычным порядком вещей» в анализе затрат и выгод.

## БЛОК 2

**Оценка деградации земли с помощью ГИС в Перу: тематическое исследование в Пиура***Источник: ЭДЗ 2015 г. (2)*

Следующая карта была разработана Моралесом с соавторами (2015 г.) для Инициативы ЭДЗ, базирующейся в регионе Пиура в Перу. Она подчеркивает тенденцию чистого первичного производства на основе информации, полученной из Всемирного атласа опустынивания Объединенным исследовательским центром Европейской комиссии и регионального правительства Пиура. Авторы сравнили тенденцию между 1982 и 2009 годами и рассчитали индекс, наложив различные наборы данных в ГИС с деградацией земель (эрозией), которая была связана с высокими уклонами. Затененные области представляют уровни деградации в различных районах - информация, которая была получена от регионального правительства Пьюры и адаптирована на семинарах местных заинтересованных сторон. Наложение этих различных наборов данных ГИС помогло утвердить и подтвердить результаты совместных консультаций на местности.



ствующее **партнерское учреждение**, которое будет поддерживать исследования и последующее внедрение, должно быть определено и включено на этом этапе (ЭДЗ 2015 г., 2).

**Второй этап** - определение географических характеристик. Этап начинается с оценки земельного покрова с целью классификации исследуемой территории на агроэкологические зоны обслуживания и определения географических и экологических границ. Процесс такой оценки может быть облегчен использованием программ ГОМС (см. Блоки 1 и 2), которые являются общедоступными и имеют повышенную точность географически привязанных данных по ключевым переменным, таким как **земной покров, характеристики экосистем, высота над уровнем моря, топография, осадки, склоны и т. д.**

**Понимание разграничения земель**

Экосистемные услуги и их блага зависят от биофизических условий. **Картографирование имеет большой потенциал для понимания сложных экологических систем и взаимосвязей.** Поэтому оценка типа экосистемных услуг (3 этап исследования ЭДЗ) будет основываться на определении экологических характеристик различных типов земельного покрова (агроэкологическое районирование), предпринятых в качестве 2 этапа исследования ЭДЗ (ЭДЗ 2015 г., 2).

Экосистемные услуги также могут подвергаться изменениям. Опять же, картографирование - включая сравнение с ситуациями в прошлом - помогает идентифицировать и визуализировать **закономерности изменения растительного покрова и землепользования**, и, следовательно, помогает определить точную область исследования.

Важные вопросы, касающиеся идентификации ЭУ:

- Где предоставляются экосистемы?
- Где используются блага?
- Где присутствуют административные ограничения?
- Какие присутствуют барьеры и границы?

С помощью карт можно идентифицировать «связки» экосистем по отношению к различным типам земельного покрова. Картирование также помогает визуализировать и обсуждать компромиссы с точки зрения использования экосистем для различных видов деятельности, в целях выявления экологических проблем и конфликтов, для дальнейших предложений решения (Ценности ЭУ 2018 г.).

После составления карты района исследования, возможно, с использованием соответствующей программы ГОМС, определяются различные категории земельного покрова и группируются в стандартные **агроэкологические**

**зоны.** Эти классификации зон уже доступны в большинстве стран, но в ином случае они могут быть получены из глобальной агроэкологической зональности, произведенной ПСО, из международных источников, найденных в ходе вторичных исследований, или путем анализа уже имеющихся данных спутникового дистанционного зондирования (например, Лэндсат). Деление на классификации агроэкологической экосистемы может основываться на структуре экосистемных услуг программы «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (2005 г.), то есть на обеспечительных, регулятивных, культурных, и вспомогательных услуг (см. Рисунок 2). Несколько примеров баз данных, которые могут быть

использованы для классификации в агроэкологические зоны, представлены в блоке ниже.

Совместная ГИС также может быть эффективным инструментом для сбора информации, которая может дополнять и квалифицировать более традиционные данные ГИС о земном покрове и использовании, а также распределении экосистем, и может сверять или обновлять устаревшие данные (Эттер 2013 г.).

Этап оценки типов экосистемных услуг также включает в себя уточнение анализа в агроэкологических зонах и оценку **типа и состояния запасов и потоков экосистемных услуг для каждой категории растительного**

### Б Л О К 3

#### Базы данных для использования при оценке географических характеристик и определении агроэкологических зон

##### Данные о развитии Всемирного банка

Всемирный банк предоставляет платформу для *данных об энергии*, а также *каталог открытых данных* в глобальном масштабе с разделением на семь регионов. Данные об энергии содержат 594 различных набора данных для 164 стран мира. Каталог открытых данных охватывает все страны, которые разделены на семь глобальных регионов. Доступны три различных типа наборов данных: геопространственные данные; микроданные; и временные ряды. Он предоставляет несколько показателей, таких как загрязнение воды в различных промышленных секторах и отбор пресной воды в зависимости от вида деятельности.

##### ФАОСТАТ

ФАОСТАТ предоставляет бесплатный доступ к данным о продовольствии и сельском хозяйстве из более чем 245 стран и территорий и охватывает все региональные группы ПСО с 1961 года до самого последнего доступного года. Он предоставляет несколько показателей, таких как процентная доля сельскохозяйственных угодий, поголовье скота на гектар сельскохозяйственной площади, средняя эрозия почвы. Ссылка: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>

##### База данных показателей экосистемных услуг

Эта база данных была создана Институтом мировых ресурсов для обеспечения доступности метрик и показателей экосистемных услуг для использования в политических диалогах и решениях, в оценках экосистем и в решениях по управлению природными ресурсами. Ссылка: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041617306630>

##### Глобальный информационный фонд по биоразнообразию

Глобальный информационный фонд по биоразнообразию (ГИСБ) был разработан с 2000 года после одобрения министрами науки ОЭСР. В 2001 году в ГИФБ приняли участие 28 стран и 11 международных организаций. Сегодня в ГИФБ входят 57 стран и 47 международных организаций. В настоящее время сеть ГИФБ охватывает 320 миллионов записей о происшествиях от 8500 наборов данных от 360 издателей и охватывает широкий спектр геопространственных, временных и таксономических покрытий, распространяемых через распределенную сеть (ГИФБ 2012 г.). Ссылка: <http://www.gbif.org/dataset>

##### Глобальное агроэкологическое зонирование

Методология агроэкологического зонирования ПСО является основным инструментом оценки земельных ресурсов. Она основана на Структуре оценки земель ПСО, которая используется с 1978 года для оценки потенциала сельскохозяйственного производства и производственных мощностей, фактической и потенциальной урожайности и разрыва в урожайности. Глобальное агроэкологическое зонирование на основе вышеупомянутой методологии создает информационные продукты для содействия рациональному планированию землепользования на основе инвентаризации земельных ресурсов и оценки биофизических ограничений и производственных потенциалов земли (ЭДЗ 2015 г., 2). Из: <http://www.fao.org/nr/gaez/programme/en/>

**покрова** (Фишер и Тёрнер, 2008 г.) которая была определена для исследования на предыдущих двух этапах (Оценка ЭУ).

### Оценка типов и состояния экосистемных услуг

Оценка экосистемных услуг является важным шагом в направлении определения того, в какой степени экосистемные услуги вносят вклад в сельское хозяйство, животноводство, лесное и / или рыбное хозяйство (и наоборот) и, следовательно, в местную экономику. Таким образом, это шаг к оценке экосистем.

#### В чем разница между оценкой экосистемных услуг и определением экосистемных услуг?

В то время как оценка экосистемных услуг обеспечивает целостное представление об экосистемных услугах, фокусируясь, главным образом, на взаимодействии различных процессов и функций, определение экосистем придает значения этим процессам и функциям, генерируя данные для определения относительных социальных издержек и выгод услуг (Ценности ЭУ 2018 г.).

Оценки экосистемных услуг определяют и измеряют потенциал для предоставления экосистемных услуг в конкретном политическом контексте и для конкретных получателей выгод. Оценки экосистемных услуг позволяют определить баланс потерь и выгод от услуг, а также определить, является ли предоставление услуг устойчивым. Оценки также позволяют идентифицировать пороги и переломные моменты. Оценки ЭУ направлены на обеспечение экосистемных услуг и их способность удовлетворять потребности в области экосистемных услуг. Они предоставляют биофизическую информацию об экосистемах с точки зрения их географического положения, их состояния, тенденций и основных причин. Оценки ЭУ отражают важность ЭУ с точки зрения их доступности и предоставления для получателей выгод, а также определение основных причин и факторов условий и тенденций, а также их влияния на заинтересованные стороны (по материалам Ценности ЭУ 2018 г.).

### Этапы оценки экосистемных услуг

Важными этапами оценки ЭУ являются:

1. Анализ ключевых структур и процессов в экосистемах и внутри них
2. Понимание функций экосистемы (на основе исследований, заключений экспертов, ноу-хау)
3. Идентификация предоставления услуг
4. Потенциальная поставка услуги через экосистему (физические единицы)
5. Потенциальный (социальный) спрос на услугу

Наводящие вопросы во время оценки экосистемных услуг включают в себя следующее:

- Какая экономическая, социальная или культурная деятельность актуальна для людей в этом районе?
- От каких экосистемных услуг зависит или влияет эта деятельность?
- Какие экосистемные услуги наиболее актуальны для данного района и почему?
- Какие заинтересованные стороны осуществляют какие-либо действия и как они зависят от преимуществ ключевых экосистемных услуг?

Следовательно, как часть этого этапа оценки экосистемных услуг, **собираются подробные и обширные данные о предоставлении и потоке услуг для каждой услуги**. Эта информация затем систематизируется. Основываясь на этом подходе, затем используются различные критерии для определения приоритетности экосистемных услуг.

Основная цель заключается в поддержании потока экосистемных услуг (то есть регулятивные услуги, см. циклы выше) для обеспечения постоянного предоставления выгод, благополучия и развития. Для этого важно определить способность экосистем поддерживать поток экосистемных функций. Эта информация также может указывать на способность экосистем приспосабливаться к изменениям, а также определить приближается ли состояние предоставления экосистемных услуг к критическим точкам. Параметры и показатели полезны при оценке экосистем и экосистемных услуг (в случае исследований ЭДЗ они часто связаны с анализом почвы - продуктивностью, запасами углерода и эрозией почвы).

Обратите внимание, что такие функции, как например функция водоудержания в лесу или система агролесоводства, могут быть рассмо-

трены как экосистемная услуга или нет, в зависимости от того, приносит ли эта функция пользу людям. В этом случае экосистемная услуга вододержания является экосистемной услугой, поскольку она уменьшает эрозию и / или предотвращает наводнения, которые влияют на человека. Также обратите внимание, что разные люди будут по-разному оценивать экосистемные услуги. **Важность некоторых функций зависит от географического пространства, а также от выбора и ценностей, которые определяет общество.** Поэтому очень важно определить получателей выгод, чтобы узнать, что является, а что не является экосистемной услугой (по материалам Ценности ЭУ 2018 г.).

Оценка ЭУ обычно требует информации о биофизических характеристиках (географическое положение, фактическое и потенциальное предложение, состояние (качество и количество) и тенденции).

Доступен ряд инструментов для оценки экосистемных услуг, таких как инструмент Комплексной оценки экологических услуг и компромиссов (КОЭУК) в рамках проекта Нэйчерал Капитал или платформа для моделирования искусственного интеллекта для экосистемных услуг (ИИЭУ). Эти инструменты призваны помочь картировать предоставление экосистемных услуг и моделировать их эволюцию с течением времени, связать их с экономической ценностью, определить сценарии и помочь лицам, принимающим решения, оценить компромисс между этими сценариями для принятия обоснованных решений. Некоторые из этих методов оценки обобщены в таблице 2 вместе с их характеристиками (например, объемом и потребностью в данных) и потребностями в ресурсах (то есть навыками, знаниями, временем, рабочей силой и стоимостью).

ТАБЛИЦА 2

### Обзор инструментов оценки экосистемных услуг

Источник: ЭДЗ 2015 г. (2)

Подход / инструмент	Описание	Особенность				Потребность в мощности / ресурсах				
		Объем	Необходимые данные	Решение	Фокус оценки	Вычислительный навык	Технические знания специалиста	Время	Рабочая сила	Цена
Инструментарий для экосистемного обслуживания при оценке на месте (ТЕССА)	A practical suite of tools for measuring and monitoring ecosystem services at a site scale	Ландшафт	Низкий-Высокий	Низкий-Высокий	Низкий-Высокий	Средний	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий
Оценка исследовательской инфраструктуры для экосистемных услуг (ОИИЭУ)	Подход к моделированию для количественной оценки экологических услуг и факторов, влияющих на их ценности, в географическом районе и в соответствии с потребностями и приоритетами, установленными его пользователями	Ландшафт-Глобальный	Низкий-Высокий	Низкий-Высокий	Низкий	Средний-Высокий	Низкий-Высокий	Низкий	Низкий	Низкий
Обзор корпоративных экосистемных услуг (ОКЭУ)	Серия вопросов для разработки стратегий управления рисками и возможностями, возникающими из-за зависимости компании от природных ресурсов.	Ландшафт-Глобальный	Низкий	Низкий	Низкий	Высокий	Высокий	Низкий	Низкий	Высокий
Комплексная оценка экосистемных услуг и компромиссов (КОЭУК)	Компьютерная платформа для оценки того, как различные сценарии могут привести к различным экосистемным услугам и результатам, связанным с благосостоянием людей в географическом районе	Ландшафт-Глобальный	Низкий-Высокий	Низкий-Высокий	Высокий	Высокий	Высокий	Низкий	Низкий	Высокий
Многофункциональные интегрированные модели экосистемных услуг (МИМЭУ)	Набор моделей для оценки того, как различные сценарии управления могут привести к различным экосистемным услугам и результатам, связанным с благосостоянием людей.	Ландшафт-Глобальный	Низкий-Высокий	Низкий-Высокий	Высокий	Высокий	Высокий	Низкий	Низкий	Высокий
Натура 2000	Инструмент для оценки общих социально-экономических выгод и стоимости местности, а также для определения большего количества денежных выгод от индивидуальных выгод, предоставляемых сайтом.	Ландшафт-Глобальный	Низкий	Низкий	Высокий	Средний	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий

# 05

## Вопрос приоритетности – выбор экосистемных услуг для оценки

Популярная концепция при оценке и расстановке приоритетов экосистемных услуг - это **зависимости и воздействия**. Чтобы применить эту концепцию, в первую очередь необходимо определить ключевые экосистемные услуги и виды деятельности, которые проводятся в районе. **Зависимость** относится к степени, в которой (экономическая или социальная) деятельность зависит от определенного предоставленного количества или качества услуги, в то время как **воздействие** означает степень, в которой деятельность влияет на ЭУ отрицательно или позитивно или может вызвать изменение в предоставлении данных услуг.

В приведенном ниже примере (см. Таблицу 3) мы видим, что экспорт древесины зависит от наличия деревьев, а также от плодородия почвы (что важно для роста растений и деревьев в целом). Мы также видим, что экс-

порт древесины влияет на поставки древесины, поскольку деревья вырубаются и извлекаются из экосистемы. Хотя экспорт древесины не зависит от водного регулирования, он все же может сильно повлиять на услугу, так как деградация растительности может вызвать изменение поверхностного стока и водоудержания. Следовательно, деятельность может зависеть и по-разному влиять на экосистемные услуги (Ценности ЭУ 2018 г.).

Заполняя матрицу для каждого вида деятельности и каждой идентифицированной экосистемной услуги, можно определить:

- а) ключевые услуги и
- б) виды деятельности, которые оказывают большое влияние на предоставление экосистемных услуг (или виды деятельности, которые в значительной степени зависят от услуг).

Т А Б Л И Ц А 3

### Пример матрицы зависимости и воздействия для различных экосистемных услуг и деятельности человека

Источник: Ценности ЭУ 2018 г.

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ	РАЗВИТИЕ (ЭКОНОМИЧЕСКОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕГИОНЕ										ИТОГО
	Мясная и молочная продукция		Сооружения по очистке воды		Коммунальный Туризм		Экспорт древесины		Производство хлопка		
	Зав	Возд	Зав	Возд	Зав	Возд	Зав	Возд	Зав	Возд	
Регулирование водных запасов	1*	2	2	0	1	1	0	2	2	1	12
Предоставление сырья	0	1	0	0	1	0	2	2	0	1	7
Отдых	0	1	0	1	2	1	0	1	0	1	7
Плодородие почвы	2	2	0	0	1	1	1	1	2	2	12
Сгибание почвы	2	1	1	0	1	1	0	2	2	1	11
<b>Сумма воздействий и зависимостей</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	

\*Зав = Зависимость, Возд = воздействие, 0 = нет связи/отношения, 1 = малое соединение, 2 = основное соединение

В таблице 3 мы можем видеть, что производство мяса и молочных продуктов и добыча древесины оказывают наибольшую степень влияния на выявленные ключевые экосистемные услуги. Следовательно, они будут являться логическими целями для новой политики или мер по улучшению управления экосистемой. Точно так же экосистемная услуга регулирования водных ресурсов была оценена наивысшей оценкой при суммировании баллов за зависимость и воздействие. Как таковая, эта экосистемная услуга может быть предварительно оценена как имеющая ключевое значение для региона.

Следует помнить, что это качественный подход, и поэтому к результатам следует относиться с осторожностью. Важно помнить, что целью при отборе и определении приоритетов является НЕ оценка состояния и условий экосистемы (что делается на следующем этапе), а скорее выявление экосистемных услуг и ранжирование их важности в соответствии с зависимостями и воздействиями человеческой деятельности на эти экосистемные услуги (Ценности ЭУ 2018 г.).

Примеры других критериев для определения приоритетности экосистемных услуг:

- Биофизические изменения и уровни деградации
- Бесперебойность поставок
- Количество получателей выгод
- Сложность замещения
- Простота надежного измерения
- Актуальность для лиц, принимающих решения
- Обеспокоенность общества

Мы привели всего лишь несколько примеров из множества различных способов ранжирования и определения приоритетов экосистем. Дополнительную информацию и обзор типов этих методов можно найти на веб-сайте Ценности ЭУ <http://www.aboutvalues.net/>.

Подводя итог, можно сказать, что во время проверки и определения приоритетов ключевые экосистемные услуги определяются и связаны с деятельностью в области развития, экономики, социальной и культурной жизни. Затем они расставляются по приоритетам либо путем рассмотрения воздействий и зависимостей между услугами и видами деятельности, либо путем применения других критериев, таких как упомянутые выше. Кроме того, нужно определить основные заинтересованные стороны, участвующие в деятельности. Тогда это позволит сосредоточиться на нескольких ключевых видах деятельности и услугах для следующего этапа в оценке и определении ЭУ и, таким образом, обеспечит более сфокусированный подход (Ценности ЭУ 2018 г.).

В следующей таблице (таблица 4) показаны экосистемные услуги, которые обычно учитываются в рамках исследований ЭДЗ. Обратите внимание на тот факт, что классификация также может быть изменена, например, в случае улавливания углерода, который также может быть классифицирован как регулятивная услуга, или в случае сохранения влажности почвы, которая также может быть классифицирована

как вспомогательная услуга. Кроме того, некоторые услуги появляются дважды, но в разных контекстах (например, выращивание сельскохозяйственных культур и выпас скота), и могут оказывать различное влияние. В процессе подготовки к количественной оценке и определению ЭКУ, крайне важно четко определить то, что следует учитывать при анализе затрат и выгод, а также избегать двойного учета!

Т А Б Л И Ц А 4

### Типичные экосистемные услуги, принятые во внимание в контексте исследований ЭДЗ

Категория	Экосистемные услуги	Биофизическое воздействие
<b>Обеспечительные</b>	увеличение урожайности	увеличение урожайности
	увеличение доступности лесных товаров (недревесные лесные товары, дрова, лекарственные растения)	производятся фрукты / древесина / дрова
	увеличение съедобной биомассы на пастбищах	увеличенный естественный корм
	наличие лекарственных трав (на пастбищах)	улучшение питания животных и снижение болезней животных
	увеличение производства продукции животноводства	увеличение производства мяса (или шерсти и т. д.)
	увеличение производства меда благодаря увеличению доступности нектаровых растений	увеличение производства мёда
<b>Регулятивные</b>	азотификсация	увеличение урожайности
	сохранение влажности почвы	увеличение урожайности
	стабилизация отложений и снижение эрозии почвы	положительное влияние на азот и фосфор, на явления эрозии и / или на седиментацию вниз по течению
	увеличенная инфильтрация и уменьшенный сток	усиленная инфильтрация в мелкий водоносный горизонт / подпитка подземных вод
	повышенная инфильтрация и влажность почвы на пастбищах	увеличенные площади и периоды выпаса скота, улучшенные водотоки и ландшафтная ценность
	инфильтрация и подпитка мелкого водоносного горизонта	увеличение доступных подземных вод
	уменьшение отложений водохранилищ в нижнем течении	устойчивая емкость резервуара
<b>Вспомогательные</b>	связывание углерода / смягчение последствий изменения климата	CO <sub>2</sub> - изолируется
<b>Культурные</b>	отдых, экотуризм, душевный подъем	Увеличение биоразнообразия за счет сохранения природы
	Дикая природа - трофейная охота	
	улучшение здоровья человека	—



## Дополнительный материал для чтения

### Видеоматериалы

**Кратко об экосистемных услугах** (Проект OPERAs 2015 г.):

<https://www.youtube.com/watch?v=Y2KdM9zoF8E>

### Литература

*Экосистемные услуги*

**Сводный отчет ЭЭБ об экономическом вкладе биоразнообразия и экосистемных услуг в благосостояние людей**

<http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/synthesis-report/>

Ценности ЭУ (2019 г.). Космус М., Реннер И., Ульрих С., фон Бертраб А. **Интеграция экосистемных услуг (ИЭУ) в планирование развития: руководство для инструкторов**, ГОМС Бонн и Эшборн, январь 2019 г.

[http://www.aboutvalues.net/data/trainings/1\\_ies-manualtrainer.pdf](http://www.aboutvalues.net/data/trainings/1_ies-manualtrainer.pdf)

*Оценка экосистемных услуг*

**Картирование и оценка экосистем и их услуг (КОЭУ 2018 г.)**

[https://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/5th%20MAES%20report.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/5th%20MAES%20report.pdf)

**Руководство по выбору моделей экосистемных услуг для принятия решений:**

**Уроки из региона Африки к югу от Сахары**

<https://www.espa.ac.uk/publications/guide-selecting-ecosystem-service-models-decision-making-lessons-sub-saharan-africa>

Ценности ЭУ (2018 г.) (1). Космус М., фон Бертраб А., Контрерас М.Ф., Бергхёфер А., де Гругт А., Хайдбринк К., Эберхард А. и Виллнер С. **Принципы оценки экосистемных услуг для воздействия на политику: элементы, методы, инструменты и советы: руководство для инструкторов**, GIZ Bonn and Eschborn, 2018

[http://www.aboutvalues.net/data/trainings/3\\_manual\\_principlesesav\\_low.pdf](http://www.aboutvalues.net/data/trainings/3_manual_principlesesav_low.pdf)

Ценности ЭУ (2018 г.) (2). Космус М., фон Бертраб А., Контрерас М.Ф., Бергхёфер А., де Гругт А., Хайдбринк К., Эберхард А. и Виллнер С. **Принципы оценки экосистемных услуг для воздействия на политику: элементы, методы, инструменты и советы: упражнения**, ГОМС Бонн и Эшборн, 2018 г.

[http://www.aboutvalues.net/data/trainings/4\\_exercises\\_principles\\_of\\_esav\\_2018.pdf](http://www.aboutvalues.net/data/trainings/4_exercises_principles_of_esav_2018.pdf)

*Углерод в почве / Управление почвой / Устойчивое сельское хозяйство*

**ПСО 2017 г. Добровольные руководящие принципы по устойчивому управлению почвой**  
**Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций Рим, Италия**

<http://www.fao.org/3/a-bl813e.pdf>

**Инициатива «4 на 1000»**

<https://www.4p1000.org/governance>

**КБОООН: Научно-политическое задание 01 «Основной углерод почвы», ноябрь 2015 г.**

[https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-09/2015\\_PolicyBrief\\_SPI\\_ENG\\_0\\_0.pdf](https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-09/2015_PolicyBrief_SPI_ENG_0_0.pdf)

**Вклад устойчивого управления земельными ресурсами в успешную адаптацию и смягчение последствий изменения климата на суше. Отчет о научно-политическом взаимодействии. Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (КБООН), Бонн, Германия**

[https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/UNCCD\\_Report\\_SLM\\_web\\_v2.pdf](https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/UNCCD_Report_SLM_web_v2.pdf)

**Сельскохозяйственное производство как основной двигатель земной системы, выходящей за границы планет (Кэмпбелл с соавторами 2017 г.)**

[https://www.researchgate.net/publication/320356605\\_Agriculture\\_production\\_as\\_a\\_major\\_driver\\_of\\_the\\_Earth\\_system\\_exceeding\\_planetary\\_boundaries](https://www.researchgate.net/publication/320356605_Agriculture_production_as_a_major_driver_of_the_Earth_system_exceeding_planetary_boundaries)

**Глобальные условия для будущего сельского хозяйства в «антропоцене»**

<http://regardssurlaterre.com/en/global-conditions-future-agriculture-anthropocene>

**Устойчивость в глобальном сельском хозяйстве, основанная на органическом сельском хозяйстве (Euhorn et al. Nature Sustainability)**

[https://static1.squarespace.com/static/5aa6a1a19d5abb87c61a1225/t/5cb87bbd24a694fbfcb60eae/1555594176681/NATSUSTAIN+Policy+Comment\\_OnlinePDF.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5aa6a1a19d5abb87c61a1225/t/5cb87bbd24a694fbfcb60eae/1555594176681/NATSUSTAIN+Policy+Comment_OnlinePDF.pdf)

**Расширенное культивирование водорослей может обратить вспять ключевые нарушения планетарной границы**

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844017308514>

## Ссылки

- Беннет, Э.М., Петерсон Г.Д. и Гордон Л.Дж. 2009 г. “Понимание отношений между несколькими экосистемными услугами”. *Записки об экологии* 12: 1394–1404.
- Кэмпбелл Б.М., Беар Д.Дж., Беннетт Э.М., Холл-Спенсер Дж.М., Ингрэм Дж.С., Джарамилло Ф., Ортис Р., Раманкутти Н., Сайер Дж.А. и Шинделл Д. 2017 г. “Сельскохозяйственное производство как основной двигатель системы Земли, выходящей за границы планет.” *Экология и общество* 22 (4):8.
- Коутс, Д., Перт П.Л., Баррон Дж., Мутури С., Нгуен-Хоа С., Боэли Э. и Джарвис Д.И. 2013 г. *Связанные с водой экосистемные услуги и продовольственная безопасность. Боэли, Элин. (Эд.). Управление водными системами и агроэкосистемами для обеспечения продовольственной безопасности. Уоллингфорд, Сединенное Королевство: CABI. стр.29-41.*
- ПМКЭУ. 2019. “Структура ПМКЭУ” и “Приложения ПМКЭУ”. Последняя оценка 2019 г. <https://cices.eu/cices-structure/> и <https://cices.eu/applications-of-cices/>
- Инициатива ЭДЗ. 2015 г. (1). *Ценность земли: Процветающие земли и положительные выгоды благодаря устойчивому управлению земельными ресурсами.* Доступно с <https://www.eld-initiative.org/>
- Инициатива ЭДЗ. 2015 г. (2). *Инициатива ЭДЗ, руководство пользователя: 6 + 1 этапный подход к оценке экономики управления земельными ресурсами.* ГОМС: Бонн, Германия. Доступно с <https://www.eld-initiative.org/>
- Эмертон Л., Контрерас Дель Валье М.Ф., Трегер У. и Бонин К. 2018 г. *Учебный курс по экономической оценке экосистемных услуг - принципы, подходы и приложения.* Проект Ценности ЭУ. ГОМС.
- Фалькенмарк, М. и Фолке, С. 2003 г.: “Тема вопроса: хрупкость состояния пресной воды и благосостояния: синдромы, уязвимости и проблемы.” *Королевское общество философских трудов Б Биология*, 358, стр.1440.
- Эрисман, Дж.В., Бликер, А., Галловэй, Дж., Саттон, М.С. 2007 г. “Уменьшенное количество азота в экологии и окружающей среде.” *Загрязнение окружающей среды*. 150: 40-149.
- Эттер, Х. 2013 г. *Изменение местной социальной экологической системы в Южной Африке. Совместное управление землепользованием как инструментарий для повышения устойчивости.* М.С. Выпускная работа, университет Фридриха Вильгельма, Бонн.
- ПСО и МТГП. 2015 г. *Состояние мировых почвенных ресурсов*, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Рим, Италия.
- ПСО. 2017 г. (1). *Органический углерод в почве: скрытый потенциал.* Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Рим, Италия.
- ПСО. 2017 г. (2). *Добровольные руководящие принципы по устойчивому управлению почвой.* Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Рим, Италия.
- Фишер Б., Тернер Р.К. и Маулинг Р. 2009 г. “Определение и классификация экосистемных услуг для принятия решений.” *Экологическая экономика* 68: 643-653.
- Фишер Б., и Тернер Р.К. (2008 г.). *Экосистемные услуги: классификация для оценки. охрана живой природы* 141: 1167–1169.
- Фоли, Дж.А., ДеФрис, Р., Аснер, Г.П., Барфорд С., Бонан Г., Карпенгер С.Р., Чапин Ф.С., Ко, М.Т., Дейли Г.С., Гиббс Г.К. 2005. “Глобальные последствия землепользования.” *Наука* 309: 570-574.
- ГАЭЗ. 2019. “Глобальные агроэкологические зоны.” Последняя оценка 2019 г.. <http://www.fao.org/nr/gaez/en/>
- ГИФБ. 2012. фон Линстоу, Х., Хирш, Т. *Краткое введение в Глобальный информационный фонд по биоразнообразию (ГИФБ).* PreseВ связи с проведением семинара EPBR 16-18 января 2012 г. “Тематическое содержание первой рабочей программы МНПБЭУ ”.

- Глобал Карбон Проджект. 2001-2019 гг. “Глобал Карбон Проджект, основные моменты”. *Особенности*. <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/18/highlights.htm>
- Глобал Карбон Проджект. 2018 г.. *Дополнительные данные Глобального углеродного бюджета на 2018 год (версия 1.0) [Набор данных]*. Глобал Карбон Проджект. <https://doi.org/10.18160/gcp-2018>
- Гордон, Л. Дж., Финлэйсон, С. М. и Фалькенмарк, М. (2010 г.). “Управление водными ресурсами в сельском хозяйстве для производства продуктов питания и других экосистемных услуг.” *Управление водными ресурсами в сельском хозяйстве*, 97(4), 512–519.
- Хурни, К., Зелеке, Г., Кэсси, М., Тегегне, Б., Кассавмар, Т., Тефери, Э., Могес, А., Тадессе, Д., Ахмед, М., Дегу, И. 2015 г.. *ЭДЗ Эфиопия. Деграция почв и устойчивое управление земельными ресурсами в богарных сельскохозяйственных районах Эфиопии: оценка экономических последствий*. Отчет по экономике инициативы по деградации земель. Доступно на: [www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org)
- Лоджудиче, К., Остфельд Р.С., Шмидт К.А. и Кизинг Ф. 2003 г. ” Экология инфекционных заболеваний: влияние разнообразия носителей и состава сообщества на риск лаймборрелиоза ” *ПНАС* 100 (2) 567-571.
- Мэйс Дж., Теллер А., Эрхард М., Гризетти Б., Барредо Дж. И., Параккини М. Л., Конде С., Сомма Ф., Орджаиаци А., Джонс А. А. 2018 г. *Картирование и оценка экосистем и их услуг: аналитическая основа состояния экосистем*. Издательский офис Европейского Союза, Люксембург.
- Оценка экосистем на пороге тысячелетия (ОТ). 2005 г. (1). *Экосистемы и благосостояние человека: синтез*. Вашингтон, Округ Колумбия: Айленд Пресс.
- Оценка экосистем на пороге тысячелетия (ОТ). 2005 г. (2). Воросмарти, С. Дж., Левек, С., Ревенга, С., Бос, Р., Каудилл, С., Чилтон, Дж., Дуглас, Э. М., Мэйбек, М., Прагер, Д. *Экосистемы и благосостояние человека*. Раздел 7 “Пресная вода”. Вашингтон, Округ Колумбия: Айленд Пресс.
- Оценка экосистем на пороге тысячелетия (ОТ). 2005 г. (3). Лавелль П., Дугдейл Р., Скоулз Р., Берхе А.А., Карпенгер Э., Кодиспоти Л., Исаак А.М., Лемалле Дж., Луизао Ф., Скоулз М. , *Экосистемы и благосостояние человека*. Раздел 12 “Круговорот питательных веществ”. Вашингтон, Округ Колумбия: Айленд Пресс.
- Моралес, С., Даскал, Г., Аранибар, З. 2015 г. *Изучение затрат на опустынивание и деградацию земель в департаменте Пьюра (Перу)*. Экономическая комиссия для Латинской Америки и Карибского бассейна (ЭКЛАК). Получено [01/06/2015] из [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35900/S2013903\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35900/S2013903_es.pdf?sequence=1)
- НУИОА. 2019 г.. “Круговорот воды”. Последняя оценка, февраль 2019 г. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/freshwater-education-resources/water-cycle>
- Ноэль, С. и Суссан, Дэ. 2010 г. *Экономика деградации земли: поддержка принятия решений на основе фактических данных. На пути к комплексному методологическому подходу к оценке затрат на деградацию земель и ценности устойчивого управления земельными ресурсами на национальном и глобальном уровнях*. Рим, Италия: ГМ КБОООН.
- Рикеттс Т.Х., Дейли Г.С., Эрлих П.Р. и Миченер К.Д. 2004 г. “Экономическая ценность тропического леса для производства кофе.” *ПНАС* 101 (34): 12579–12582.
- Рокштрам, Дж., Штеффен, В. Нун, К. Перссон, А. Чапин Ф.С. Ламбин, Е.Ф. Лентон, Т.М. Шеффер, М. Фолке, С. Шельнхубер, Х.Дж. 2009а. “Безопасное свободное пространство для человечества.” *Природа* 461(7263):472-475.
- Рокштрам, Дж., Штеффен, В. Нун, К. Перссон, А. Чапин Ф.С. Ламбин, Е.Ф. Лентон, Т.М. Шеффер, М. Фолке, С. Шельнхубер, Х.Дж. 2009б. “Планетарные границы: исследование безопасного свободного пространства для человечества.” *Экология и общество* 14(2): 32.

- Штеффен, В., Ричардсон, К., Рокштрам, Дж., Корнелл, С.Э., Фетцер, И., Беннетт, Э.М., Биггс, Р., Карпентер, С.Р., де Врис, В., де Вит, С.А. 2015. “Планетарные границы: руководство развитием человека на изменяющейся планете.” *Наука* 347(6223):1259855.
- ЭЭБ. 2010 г. *Экономика экосистем и биоразнообразия: актуализация экономики природы: обобщение подхода, выводов и рекомендаций ЭЭБ*.
- Тилман Д., Кассман К.Г., Матсон П.А., Нейлор Р. и Поласки С. 2002 г. “Сельскохозяйственная устойчивость и интенсивные производственные практики.” *Природа* 418 (2002).
- Ценности ЭУ. 2018 г. Космус М., фон Бертраб А., Контрерас М.Ф., Бергхёфер А., де Гроот А., Хайдбринк К., Эберхард А. и Виллнер С. *Принципы оценки экосистемных услуг для воздействия на политику: элементы, методы, инструменты и советы: руководство для инструкторов*. ГОМС Бонн и Эшборн.
- Вебсайт Ценности ЭУ. “Рассчитывая на природные блага”. Ценности ЭУ: Методы интеграции экосистемных услуг в политику, планирование и практика. Доступно на <http://www.aboutvalues.net/>
- Ван Джаарсвелд, А.С., Биггс Р., Скоулз Р.Дж., Богенский Э., Рейерс Б., Лайнам Т., Мусвото С. и Фабрициус С. 2005 г. “Измерение условий и тенденций в экосистемных услугах в разных масштабах: опыт Оценки экосистем на пороге тысячелетия в Южной Африке (ЮАОТ).” *Философские труды Королевского общества биологических наук* 360: 425-441.
- Википедия. 2019 г. «Профиль». Круговорот питательных веществ. Последняя редакция 23 июля 2019 г. [https://en.wikipedia.org/wiki/Nutrient\\_cycle#/media/File:Nutrient\\_cycle.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Nutrient_cycle#/media/File:Nutrient_cycle.svg)

## Список рисунков

<b>Рисунок 1</b>	Предоставление экосистемных услуг за счет природного капитала: связь между экосистемными услугами и благосостоянием людей . . . . .	7
<b>Рисунок 2</b>	Четыре категории экосистемных услуг с примерами . . . . .	9
<b>Рисунок 3</b>	Пример пятиуровневой структуры ПМКЭУ в случае производства зерновых . . . . .	10
<b>Рисунок 4</b>	Глобальный круговорот воды: основные потоки воды . . . . .	12
<b>Рисунок 5</b>	Концептуальная структура, иллюстрирующая круговорот воды и экосистемные услуги в упрощенном ландшафтном окружении . . . . .	14
<b>Рисунок 6</b>	Круговорот воды в агроэкосистеме . . . . .	14
<b>Рисунок 7</b>	Круговорот питательных веществ типичной наземной экосистемы . . . . .	15
<b>Рисунок 8</b>	Состояние девяти планетарных границ, включая биогеохимические потоки фосфора и азота . . . . .	16
<b>Рисунок 9</b>	Наиболее важные элементы азотного цикла . . . . .	17
<b>Рисунок 10</b>	ПОУ в глобальном углеродном цикле . . . . .	18
<b>Рисунок 11</b>	Глобальный углеродный цикл . . . . .	19
<b>Рисунок 12</b>	Пространственная динамика в экосистемах . . . . .	20
<b>Рисунок 13</b>	Взаимодействие экосистемных услуг . . . . .	21
<b>Рисунок 14</b>	Сравнение экосистемных услуг, предоставляемых сельскохозяйственной и естественной экосистемой . . . . .	22
<b>Рисунок 15</b>	Сравнение экосистемных услуг, предоставляемых естественной экосистемой, интенсивными пахотными землями и пахотными землями с восстановленными экосистемными услугами . . . . .	22

## Список таблиц

<b>Таблица 1</b>	Конкурентность и исключаемость в товарах и услугах .....	24
<b>Таблица 2</b>	Обзор инструментов оценки экосистемных услуг .....	29
<b>Таблица 3</b>	Пример матрицы зависимости и воздействия для различных экосистемных услуг и деятельности человека .....	30
<b>Таблица 4</b>	Типичные экосистемные услуги, принятые во внимание в контексте исследований ЭДЗ .....	32

## Список блоков

<b>Блок 1</b>	Картирование деградации земель (эрозия почвы) в Эфиопии .....	25
<b>Блок 2</b>	Оценка деградации земли с помощью ГИС в Перу: тематическое исследование в Пиура .....	26
<b>Блок 3</b>	Базы данных для использования при оценке географических характеристик и определении агроэкологических зон .....	27



За дополнительной информацией и обратной связью, пожалуйста, свяжитесь с нами:

Секретариат ELD  
 Марк Шауэр  
 с/о Deutsche Gesellschaft  
 für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
 Аллея Фридриха-Эберта 36.  
 53113 Бонн, Германия  
 E info@eld-initiative.org  
 I www.eld-initiative.org

Данный документ был опубликован при поддержке Германского общества международного сотрудничества (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH) от лица Федерального министерства экономического сотрудничества и развития Германии (BMZ).

Фотографии:  
 Передняя и задняя обложка  
 © Кристина Кеттер / GIZ  
 Дизайн: kirrconcept GmbH, Бонн,  
 Сентябрь 2019 г.  
 © 2019

[www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org)  
 #ELDsolutions

