

Продуктивность сообщества в экосистеме: основная идея и значение

Как экосистема создаёт и накапливает органическое вещество?



Почему продуктивность — ключ к пониманию экосистем

Экология сообщества рассматривает, как виды связаны между собой и со средой. Продуктивность показывает, сколько биомассы создаётся за определённое время, поэтому по ней судят о силе экосистемы и её устойчивости.

Основные виды продуктивности в биогеоценозе

Первичная продукция

Это органическое вещество, которое создают автотрофы — прежде всего зелёные растения и водоросли. Именно они первыми превращают энергию света в химическую энергию пищи.

Валовая и чистая

Валовая первичная продукция включает весь объём образованного вещества, а чистая — часть, остающуюся после затрат на дыхание самих продуцентов. Именно она доступна другим организмам.

Вторичная продукция

Так называют прирост биомассы гетеротрофов, главным образом консументов. Она зависит от того, сколько пищи поступает с нижних трофических уровней и насколько эффективно она усваивается.

Энергетический смысл

Все виды продуктивности показывают, как солнечная энергия закрепляется в органических соединениях и далее может передаваться по пищевым цепям, поддерживая жизнь сообщества.

Сравнение продуктивности разных природных зон



Показаны относительные различия между экосистемами, а не точные полевые измерения. Разброс объясняется сочетанием климата, влаги, освещённости и доступности минеральных веществ.

Максимальные значения характерны для тёплых и влажных зон, а минимальные — для территорий с дефицитом воды, холода или питательных элементов.

Обобщение школьного курса экологии; относительные значения для сравнения природных зон

Фотосинтез — источник первичной продукции



Лист как фабрика органики

Зелёный лист работает как маленькая биофабрика: он улавливает свет, поглощает углекислый газ и использует воду для синтеза глюкозы. Именно так в экосистеме возникает первичная продукция, от которой зависят все остальные уровни питания.



Невидимая энергия роста

В хлоропластах световая энергия преобразуется в химическую, а затем запасается в органических веществах. Для растения это не просто процесс обмена веществ, а основа роста, формирования тканей и накопления биомассы.



Кислород как результат

Побочным продуктом фотосинтеза становится кислород. Он поступает в атмосферу и обеспечивает дыхание большинства живых организмов, поэтому фотосинтез одновременно поддерживает и питание, и газовый состав среды.

Показатели, по которым оценивают продуктивность сообщества

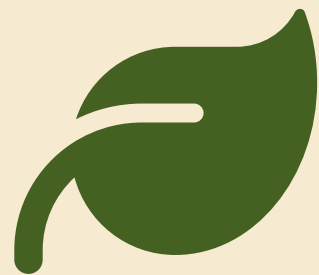
Показатель	Что показывает	Единицы
ВПП	Всё созданное	г/м ² ·год
ЧПП	После дыхания	г/м ² ·год
Биомасса	Запас вещества	т/га
Прирост	Изменение за год	т/га·год

Продуктивность определяют по количеству создаваемого органического вещества, его накоплению и скорости обновления, а не по числу организмов.

Чем выше продукция и годовой прирост, тем активнее экосистема накапливает вещество и энергию. Численность видов сама по себе этого не показывает.

Учебные материалы по экологии

Роль продуцентов, консументов и редуцентов в круговороте вещества



Продуценты

Растения, водоросли и другие автотрофы создают органические вещества из неорганических соединений. Они формируют основу всех пищевых цепей и обеспечивают поступление энергии в сообщество.



Консументы

Животные получают энергию, поедая растения или других животных. Часть вещества они превращают в собственную биомассу, а часть теряют при дыхании, движении и обмене веществ.

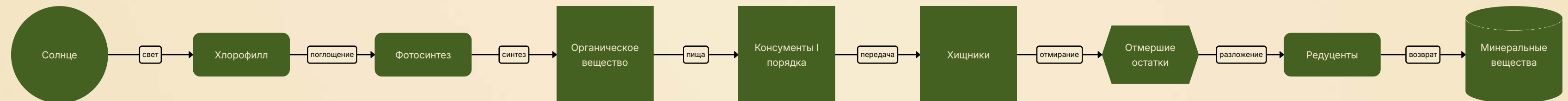


Редуценты

Бактерии и грибы разлагают мёртвые остатки до минеральных веществ. Благодаря этому элементы снова становятся доступными растениям, и круговорот в экосистеме не прерывается.

Путь энергии от Солнца к живым организмам

Схема отражает превращение солнечной энергии в химическую и её передачу по трофическим уровням



Факторы, ограничивающие продуктивность

1 Свет

Освещённость определяет интенсивность фотосинтеза, особенно у растений и водорослей. При недостатке света уменьшается образование органического вещества, а значит, падает и общая продуктивность сообщества.

2 Температура

Температурный режим влияет на скорость биохимических реакций и продолжительность активного роста. В холодных районах продуктивность сдерживается коротким летом и медленным обменом веществ.

3 Вода

В засушливых экосистемах именно дефицит влаги чаще всего становится главным ограничителем. Без воды растения не могут поддерживать фотосинтез, транспорт веществ и нормальный рост тканей.

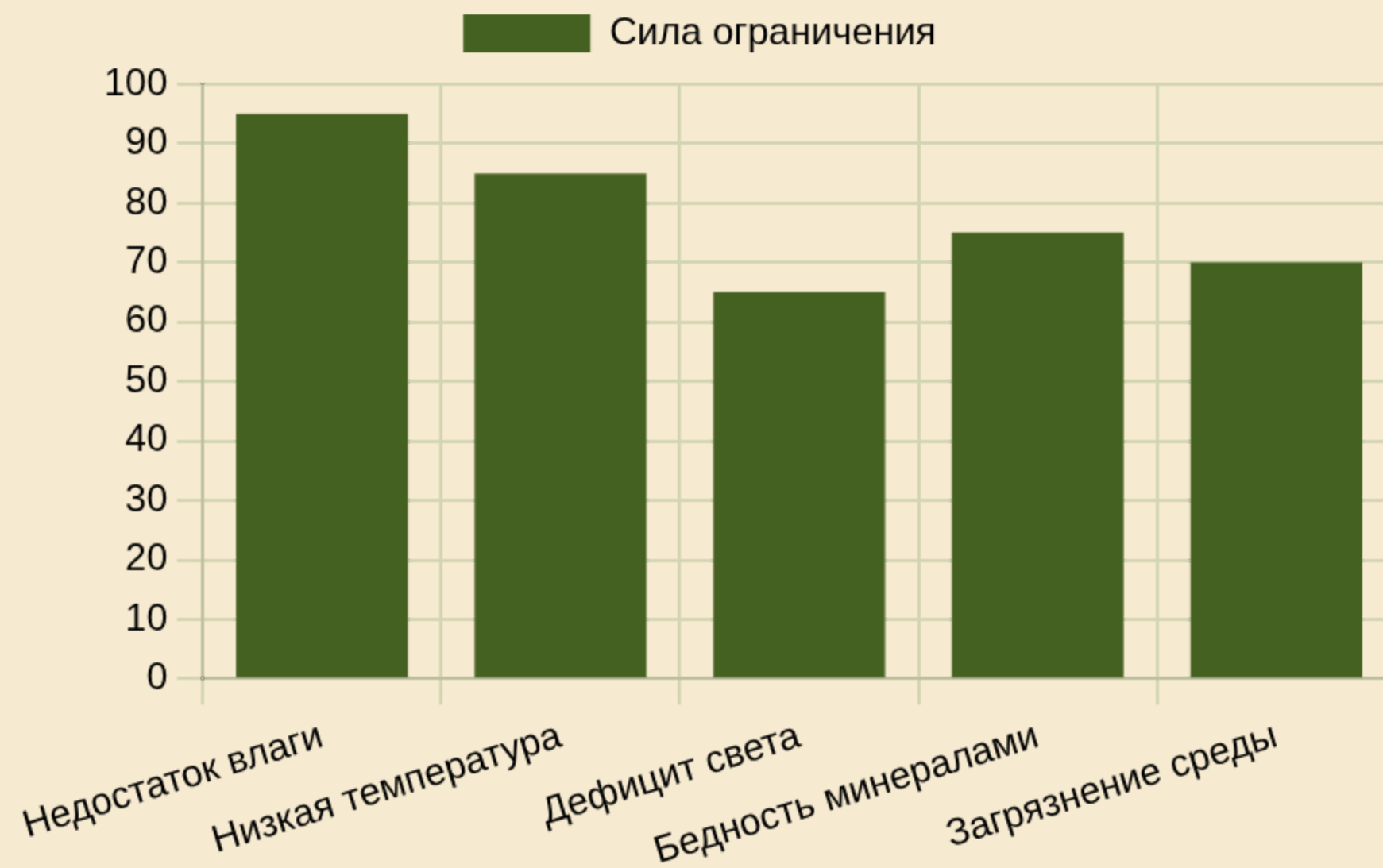
4 Минеральное питание

Азот, фосфор и другие элементы нужны для построения белков, нуклеиновых кислот и мембран. Их нехватка особенно заметна в бедных почвах и малопродуктивных водоёмах.

5 Условия среды

В водных экосистемах важны прозрачность воды, глубина проникновения света и доступность биогенных элементов. Поэтому одинаковая площадь может давать разную продуктивность в зависимости от условий.

Что сильнее всего снижает продуктивность экосистем



В разных экосистемах один и тот же фактор действует по-разному: важен не просто уровень воздействия, а то, чего среде больше всего не хватает.

Наибольшее снижение вызывает лимитирующий ресурс: вода в пустынях, тепло на севере, фосфор и азот во многих водоёмах.

Обобщение школьного курса экологии; сравнительная оценка лимитирующих факторов

Биомасса как видимый след высокой продуктивности



Густой лес с мощным запасом жизни

В экосистемах с высокой продуктивностью растения быстро наращивают листья, побеги и корни, поэтому накапливается большая биомасса. Плотный многоярусный лес выглядит как зеленая масса, в которой каждый ярус участвует в создании нового органического вещества.



Влажный луг и заросли водных растений

На влажном лугу или в мелководье растения растут особенно активно: света достаточно, а вода и минеральные вещества доступны почти постоянно. Из-за этого покров становится густым, а прирост биомассы заметен уже в течение одного сезона.

Первичная и вторичная продукция: в чем различие

Сравнение показывает, кто создает органическое вещество и как оно накапливается в экосистеме.

Первичная продукция формирует основу всего сообщества, а вторичная зависит от уже созданной растительной массы и эффективности ее использования животными.

Учебный курс экологии; обобщение по биогеоценологии

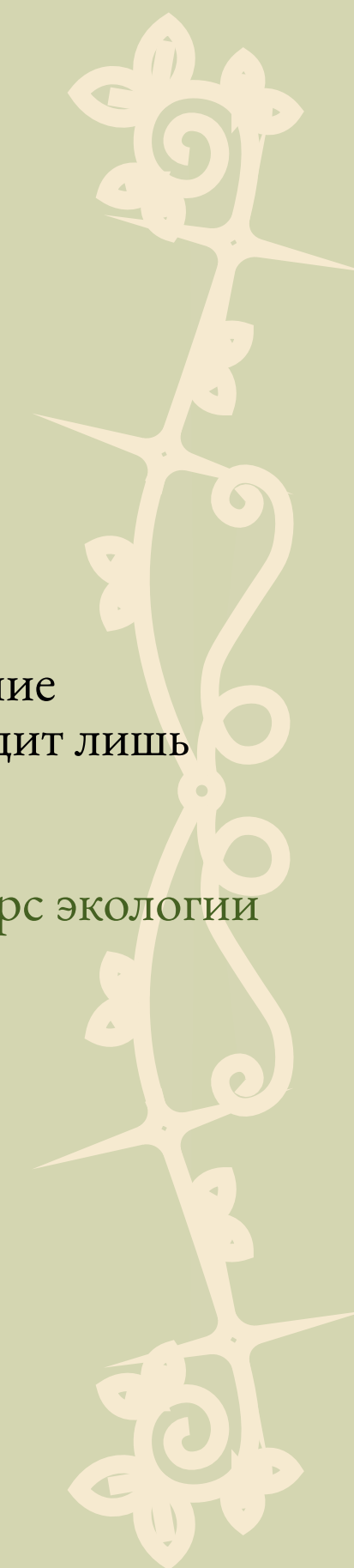
Показатель	Первичная	Вторичная
Источник	Автотрофы	Консументы
Энергия	Солнце	Пища
Роль	База сообщества	Прирост животных

10%

энергии обычно переходит
к следующему уровню пищевой
цепи

Основная часть затрачивается на дыхание, движение и теплообмен, поэтому до следующего звена доходит лишь небольшая доля.

Правило экологической пирамиды; школьный курс экологии



Экологическая пирамида биомассы и энергии



Пирамида показывает, что каждый новый трофический уровень получает меньше ресурсов, чем предыдущий. Это ограничивает длину пищевых цепей и численность верхних хищников.

Чем выше уровень, тем меньше доступная энергия и биомасса; устойчивее всего всегда основание пирамиды — продуценты.

Обобщенная схема экологической пирамиды; школьный курс экологии

Как меняется продуктивность в течение года

Ранняя весна

Света становится больше, но температура еще умеренная. Водный и минеральный режим начинают улучшаться, поэтому растения постепенно выходят из покоя и запускают рост.

Осень

Сокращение светового дня и понижение температуры замедляют фотосинтез. У многих растений начинается листопад, а накопление органического вещества резко уменьшается.

Поздняя весна — лето

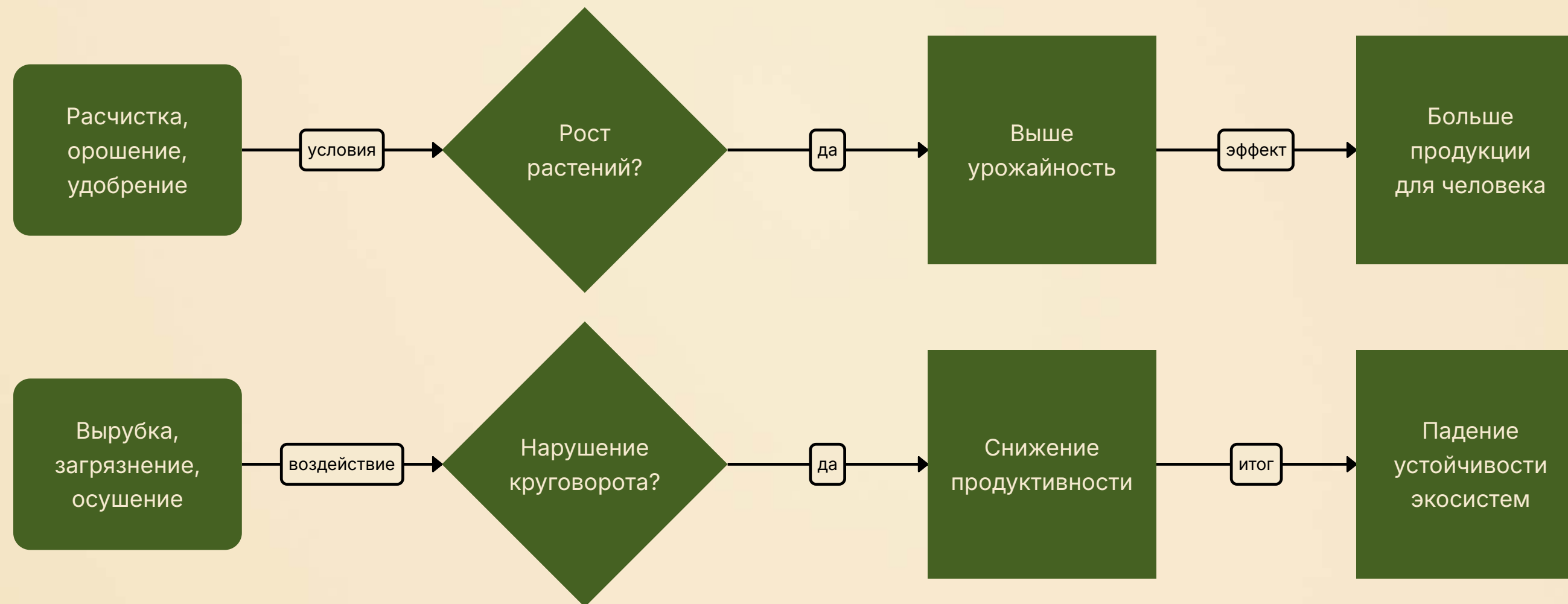
Это период максимального фотосинтеза в умеренном климате. Достаток тепла, света и влаги обеспечивает быстрый прирост листьев, побегов и новой биомассы.

Зима

Активный рост почти прекращается, особенно на суше. В водоемах продуктивность тоже снижается, но весеннее и осеннее перемешивание может позже вернуть питательные вещества в верхние слои.

Как человек меняет продуктивность сообществ

Схема показывает два противоположных пути воздействия: повышение урожайности и снижение естественной устойчивости экосистем.



Где продуктивность особенно высока, а где — низка



Влажные тропические леса

Тепло и обилие осадков обеспечивают почти непрерывный рост растений. Поэтому здесь формируются мощная биомасса, многоярусная структура и высокая скорость образования органического вещества.



Коралловые рифы и шельф

В мелководных морских районах свет проникает глубоко, а питательные вещества легче поступают в верхние слои. Это поддерживает богатые сообщества водорослей, беспозвоночных и рыб.



Тундра и арктические пустыни

Низкие температуры, короткое лето и слабое почвенное питание резко ограничивают рост растений. Биомасса накапливается медленно, а период активной жизни очень короток.



Пустыни и олиготрофные озера

Дефицит воды или минеральных веществ делает первичную продукцию низкой. Даже при большом пространстве экосистема создает мало биомассы за единицу времени.

Продуктивность водных экосистем

1 Главные продуценты

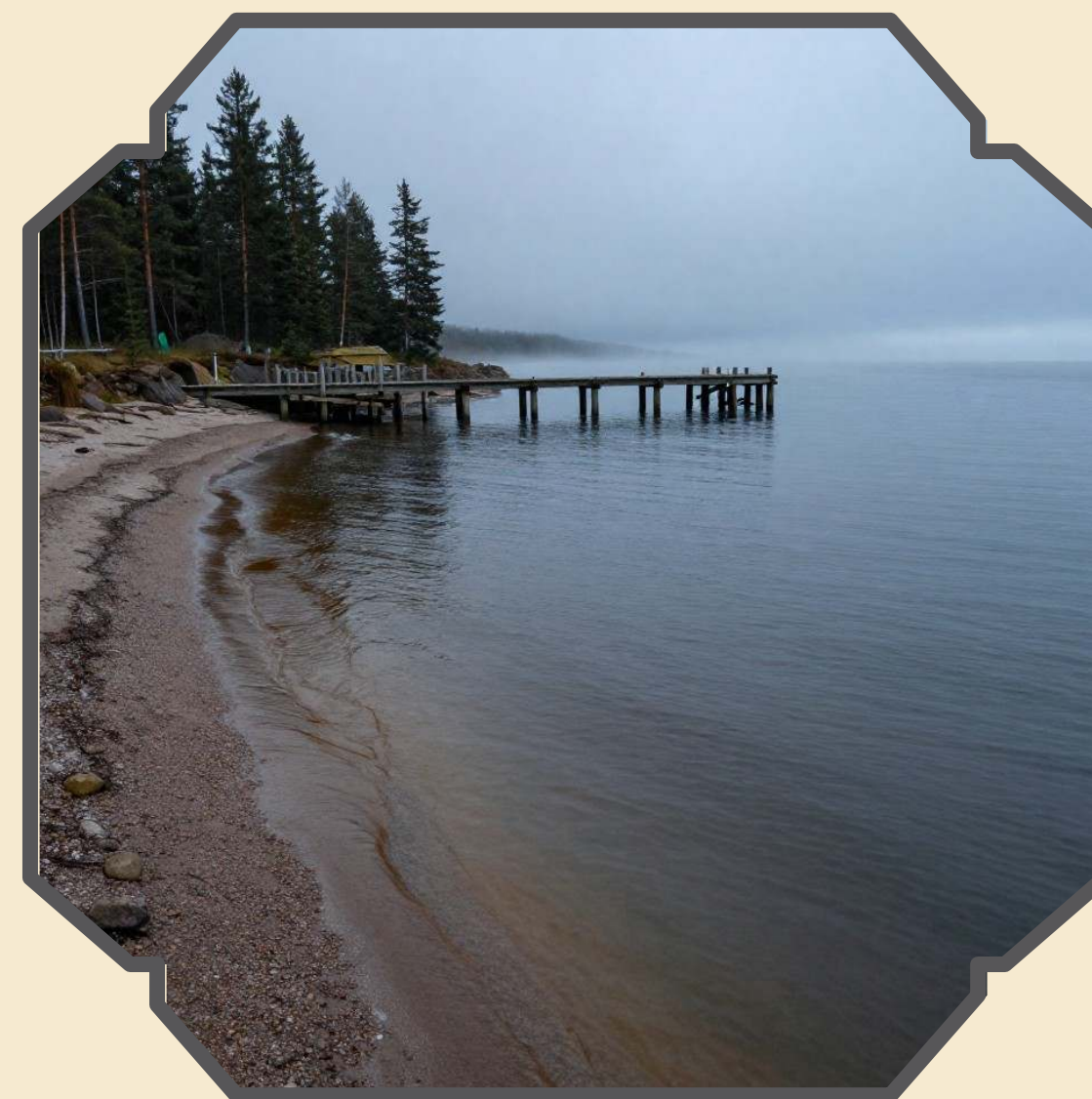
В морях и океанах основную первичную продукцию создают фитопланктон и микроскопические водоросли. Именно они быстро реагируют на изменение освещенности и поступление питательных веществ.

2 Где продуктивность выше

Наиболее богатые участки — прибрежные зоны, эстуарии и районы апвеллинга. Здесь в поверхностные слои поступают соединения азота и фосфора, нужные для бурного роста водорослей.

3 Почему это важно

От продуктивности вод зависит численность зоопланктона, рыб и морских птиц. Поэтому изменение состава воды или уменьшение притока питательных веществ сразу отражается на всей пищевой сети.

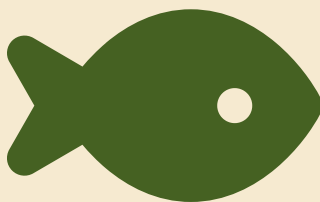


Зачем изучать продуктивность сообщества



Оценка урожайности

Показатели продуктивности помогают понять, сколько биомассы может дать поле, лес или пастбище. Это важно для выбора культур, расчета сбора и планирования ухода.



Лесное и рыбное хозяйство

Знание продуктивности позволяет планировать вырубку, посадки, зарыбление и режим охраны водоемов. Иначе можно быстро превысить пределы, которые система способна восполнить.



Экологический прогноз

По изменению продуктивности можно судить о состоянии почв, воды и растительного покрова. Такие данные используют для оценки рисков деградации и восстановления экосистем.



Сохранение природы

Если понимать, что именно ограничивает рост сообществ, проще защищать уязвимые территории. Это помогает сохранять биоразнообразие и поддерживать устойчивость природных комплексов.



Продуктивность — это язык устойчивости экосистемы

Продуктивность показывает, насколько эффективно сообщество создает и сохраняет органическое вещество. От этого зависит не только урожай и биомасса, но и устойчивость всей биосферы.