



Саморазвитие экосистемы

Понятие смены биогеоценоза

- Наблюдая за каким-либо биогеоценозом в течение ряда лет, можно заметить, что в нём меняются условия жизни, появляются новые виды, подчас обладающие сильными средообразующими свойствами, что сказывается на взаимоотношениях видов, входящих в биогеоценоз, и на его структуре.
- Одни изменения непродолжительны=>сообщество легко восстанавливает свою стабильность
- Другие приводят к существенным изменениям общей структуры биогеоценоза, замене господствующих видов. =>Изменяются строение и особенности взаимоотношений между организмами. =>Биогеоценоз становится качественно отличным от того, который был раньше: с новым типом круговорота веществ, иной направленностью потока энергии, новым составом видов и особым ритмом их развития, с иной продуктивностью.

В природе существуют как стабильные, так и нестабильные экосистемы

- **Стабильные – длительно существующие устойчивые экосистемы (дубрава, ковыльная степь, ельники тёмнохвойной тайги)**
- **Нестабильные – пустоши, сырые луга, мелкие водоёмы**

Что произойдёт с пахотным полем, если его прекратить возделывать?



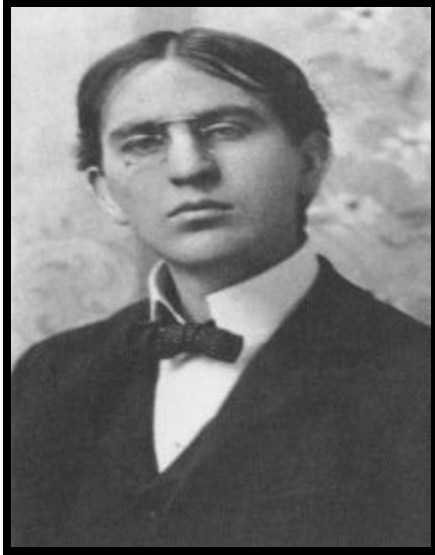
Что произойдёт с сообществом после пожара?



**Что произойдёт с сообществом при
постепенном зарастании озера?**



Что такое сукцессия?



Ф. Клементс

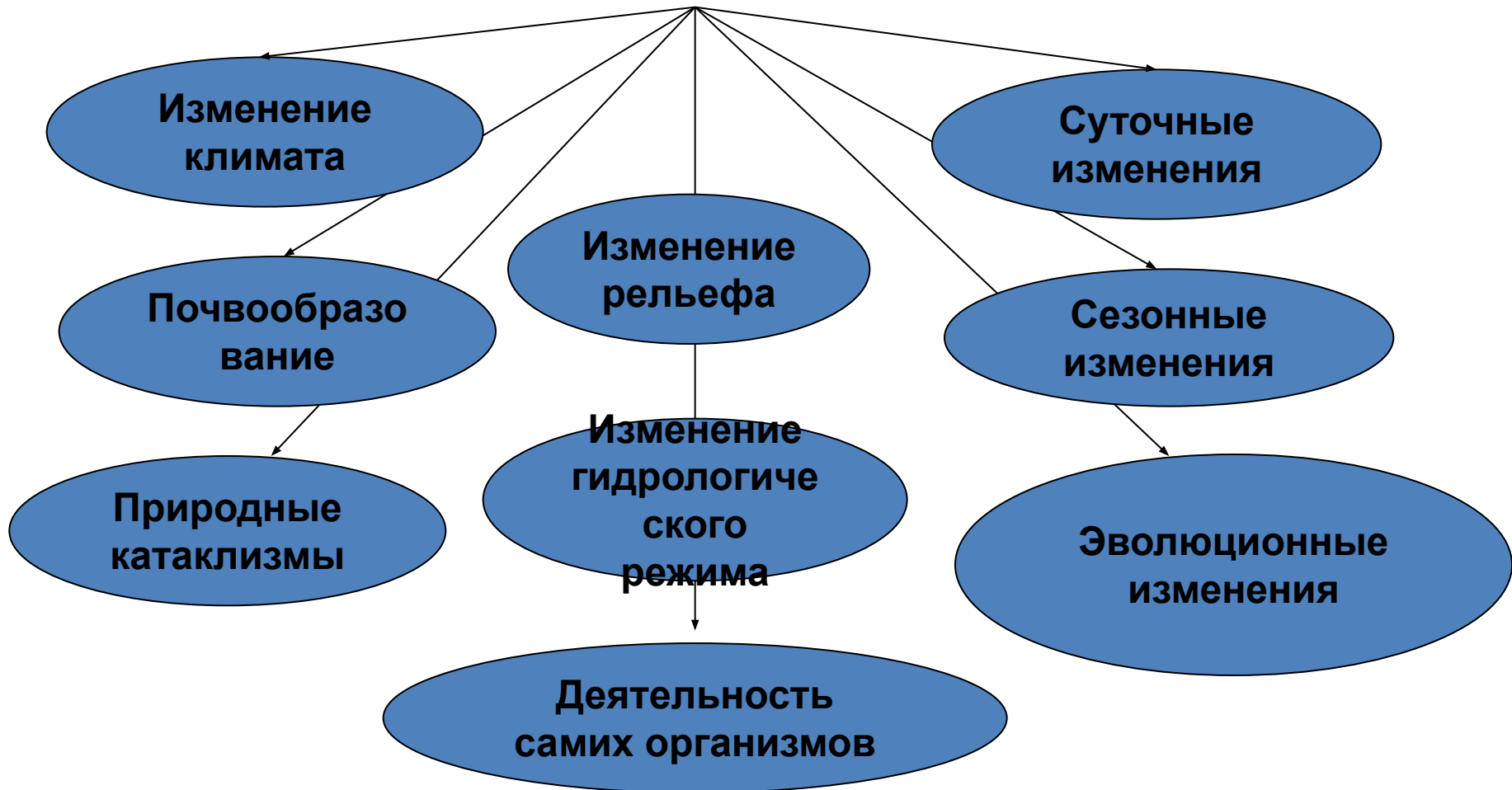
- Сукцессия – последовательная смена одних сообществ другими на определённой территории в результате действия природных факторов или воздействия человека.
- Учение о сукцессии разработали американские ботаники Г. Коулес в 1899 г. и Ф. Клементс в 1916 г.

Сукцессия управляется самим сообществом

- **Не зависит от местоположения**
- **Не зависит от видовой принадлежности составляющих её организмов.**
- **Сукцессия – это закономерный и направленный процесс.**

Чем может быть вызвана смена сообщества?

Естественный путь



Чем может быть вызвана смена сообщества?

Деятельность человека

```
graph TD; A[Деятельность человека] --> B[Может продлить жизнь сообщества (оазис в пустыне, рекультивация земель и т.д.)]; A --> C[Сократить жизнь сообщества (вырубка леса, осушение болот, загрязнение окружающей среды, распашка степей и т.д.)];
```

Может продлить жизнь сообщества (оазис в пустыне, рекультивация земель и т.д.)

Сократить жизнь сообщества (вырубка леса, осушение болот, загрязнение окружающей среды, распашка степей и т.д.)

Экологические сукцессии обусловлены

Экзогенетическая смена – действие внешних геохимических сил (ураган, землетрясение, пожары, изменение рельефа, изменение почвы, изменение гидрологического режима, деятельность человека и т.д.)

Эндогенетическая смена – внутренние противоречия (резкое увеличение численности одного из видов, изменение связей, новые адаптации организмов, изменение структуры сообщества.



1938 г. В.Н. Сукачѐв

экзогенетическая смена □
эндогенетическая смена

Итог: формирование сообщества,
наиболее адаптированного по
отношению к комплексу
климатических условий.

Какова основная причина неустойчивости экосистем?

- Несбалансированный круговорот веществ. Деятельность одних организмов не компенсируется деятельностью других. Условия среды изменяются. Популяции одних видов вытесняются другими, для которых новые условия экологически более выгодны.
- Биогеоценозы со сбалансированным круговоротом веществ могут существовать бесконечно долго, пока внешние силы не выведут их из состояния равновесия.

Равновесие в биоценозах бывает трёх типов

Общее дыхание сообщества - это суммарные энергозатраты.

- 1. В идеальном случае процессы продуцирования уравновешиваются процессами дыхания. Биомасса организмов остаётся постоянной, а сама система неизменной, или равновесной**

**Создание веществ = расходу веществ
(замкнутое сообщество)**

- 2. Создание веществ + приток извне = расходу веществ
(открытое сообщество)**

- 3. Создание веществ + изъятие < расхода веществ
(сельскохозяйственные экосистемы)**

Изменение количества биомассы в экосистеме

Прибыль	Убыль
<p>Расход энергии < прироста биомассы продуцентов => накопление органического вещества, избыток ресурсов. Появятся виды, которые смогут их освоить.</p>	<p>Расход энергии > прироста биомассы. Недостаток ресурсов. Часть видов вымирает.</p>

Главная особенность экологической сукцессии

- **Изменения сообщества всегда происходят в направлении, возвращающем его к равновесному состоянию.**
- **В экологических системах уравниваются процессы создания и разрушения органического вещества автотрофами и гетеротрофами за счёт деятельности множества видов.**
- **Каждая стадия сукцессии представляет собой сообщество с преобладанием тех или иных видов и жизненных форм. Они сменяют друг друга, пока не наступит состояние устойчивого равновесия.**

Основные типы сукцессионных изменений

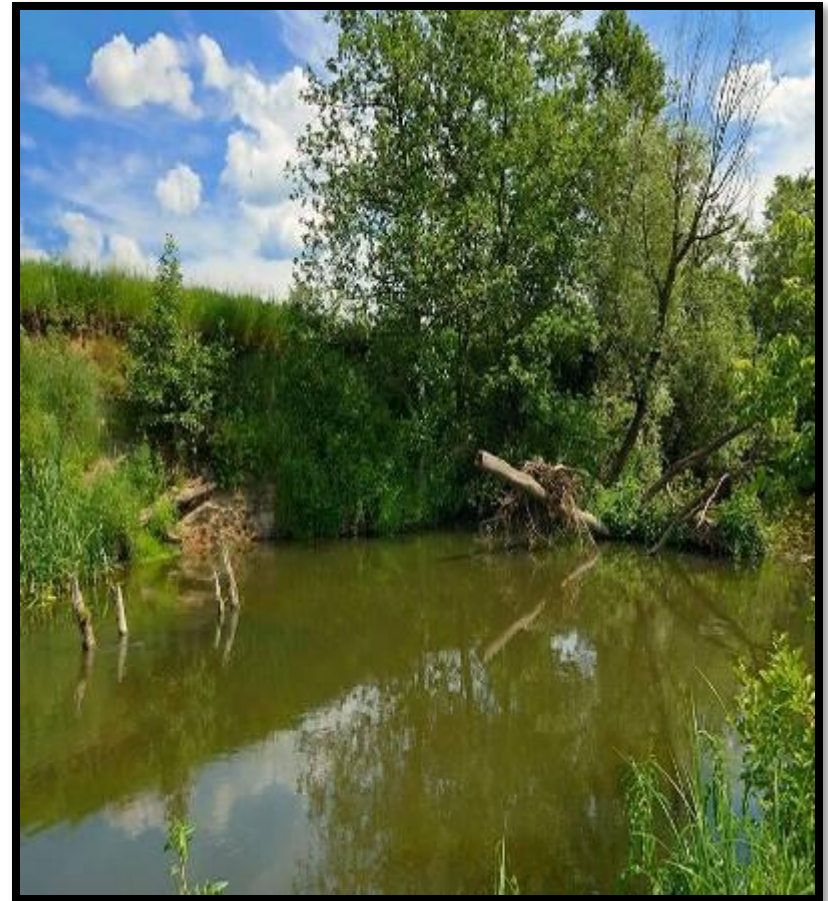
1. По выраженному автотрофному типу (поле → лес), т.к. в первый момент появляются автотрофные организмы.
2. По гетеротрофному типу (загрязнение реки органическими удобрениями).



Поле → лес



Загрязнение реки органическими удобрениями



Автотрофная и гетеротрофная сукцессии



Пример стадии автотрофной сукцессии — лес вырастает на месте залежи

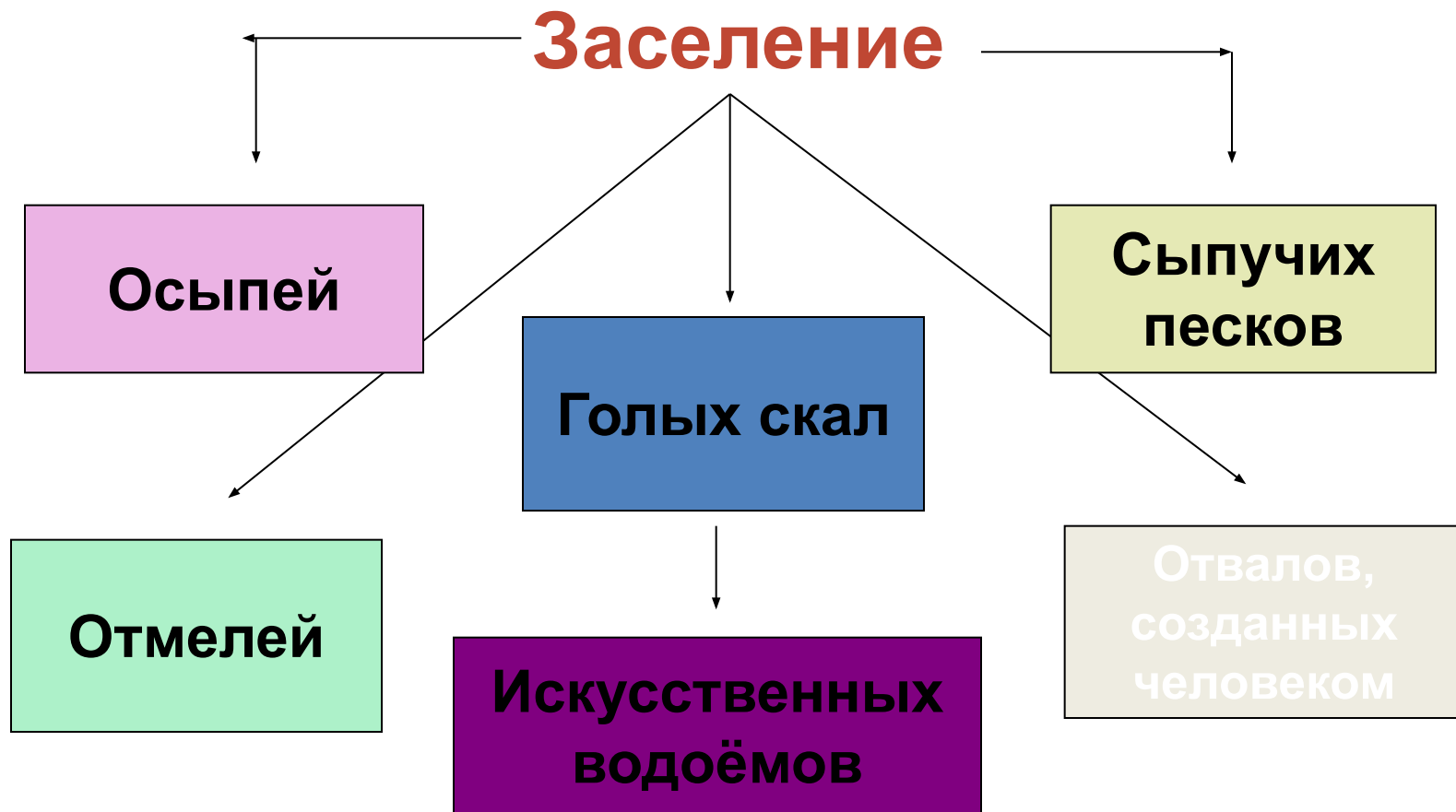


Пример стадии гетеротрофной сукцессии — заболоченный луг

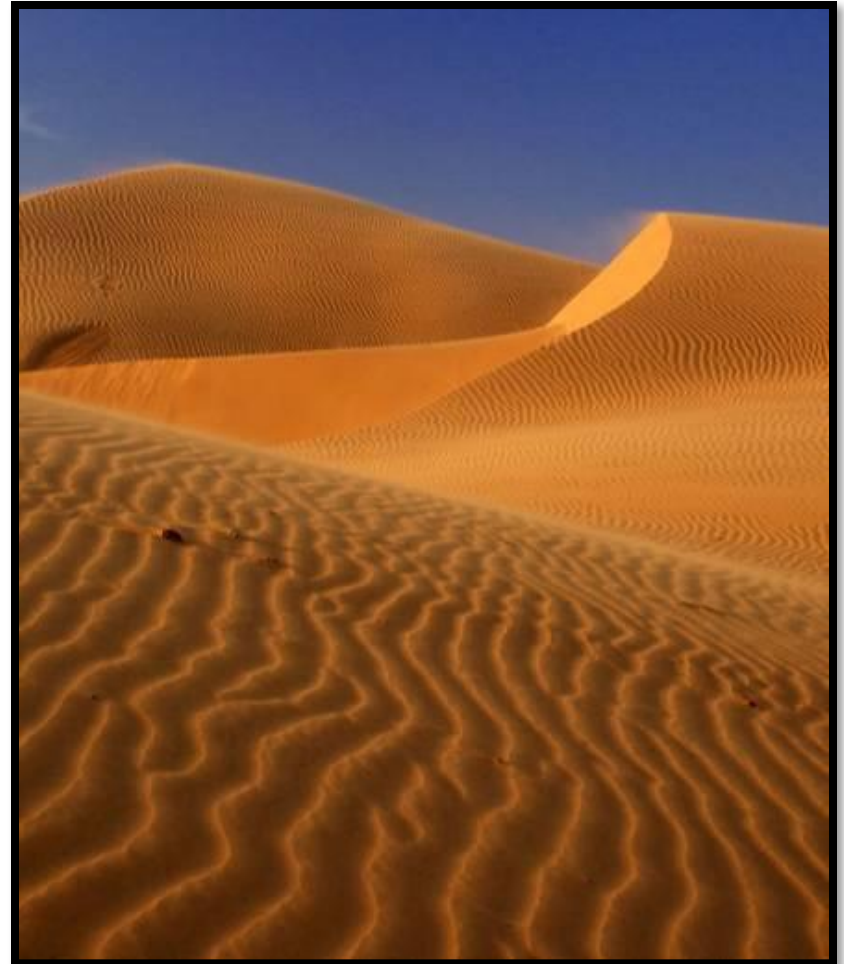
Классификация сукцессий

- Прогрессивные – в ходе которых повышается продуктивность и видовое богатство.
- Регрессивные – носят обратный характер.
- Природные – естественные.
- Антропогенные – участвует человек.
- Постоянные и непостоянные – по масштабу времени, обратимости.
- Первичные - начинаются на лишённом жизни месте.
- Вторичные – развиваются на месте существовавшего ранее сообщества.

Первичная сукцессия - начинается на лишённом жизни месте.



Первичная сукцессия



Первичная сукцессия



Стадии заселения новых пространств при первичной сукцессии

(скорость невелика, длительна по времени 200-300 лет и более)

Выветривание горных пород



Разрушение горных пород лишайниками, накопление органических и минеральных веществ



Появление травянистых растений



Появление кустарников



Формирование комплекса видов, характерных для данного типа экосистем



Появление в экосистеме устойчивости и саморегуляции

Первичная сукцессия

Камни
Лишайники
и мхи

Травы и
кустарнички

Кустарники

Сосна, ель,
осина

Пихта,
береза

Время

A 3D cutaway diagram illustrating the stages of primary succession. From left to right, the stages are: 1. Rocks (Камни) with lichens and mosses (Лишайники и мхи) growing on them. 2. Grasses and small shrubs (Травы и кустарнички). 3. Shrubs (Кустарники). 4. Coniferous trees (Сосна, ель, осина). 5. Deciduous trees (Пихта, береза). A red arrow at the bottom points from left to right, labeled 'Время' (Time).

Вторичная сукцессия – развивается на месте ранее существовавшего сообщества

- 1. Нарушения экосистемы происходят после:**
 - **Лесного пожара**
 - **Рубки леса**
 - **Вспашки целины**
 - **Раскорчевки площадей, занятых лесом**
 - **Устройства пруда и т.д.**
- 2. Скорость восстановления сообщества выше, чем при первичной сукцессии, т. к первичное сообщество оставляет после себя достаточное количество питательных веществ, развитую почву.**
- 3. Продолжительность по времени меньше (150-200 лет), чем при первичной сукцессии.**

Вторичная сукцессия



Вторичная сукцессия (антропогенное воздействие)



Стадии развития вторичной (восстановительной) сукцессии

Изменение территории



Внесение новых видов животных и растений

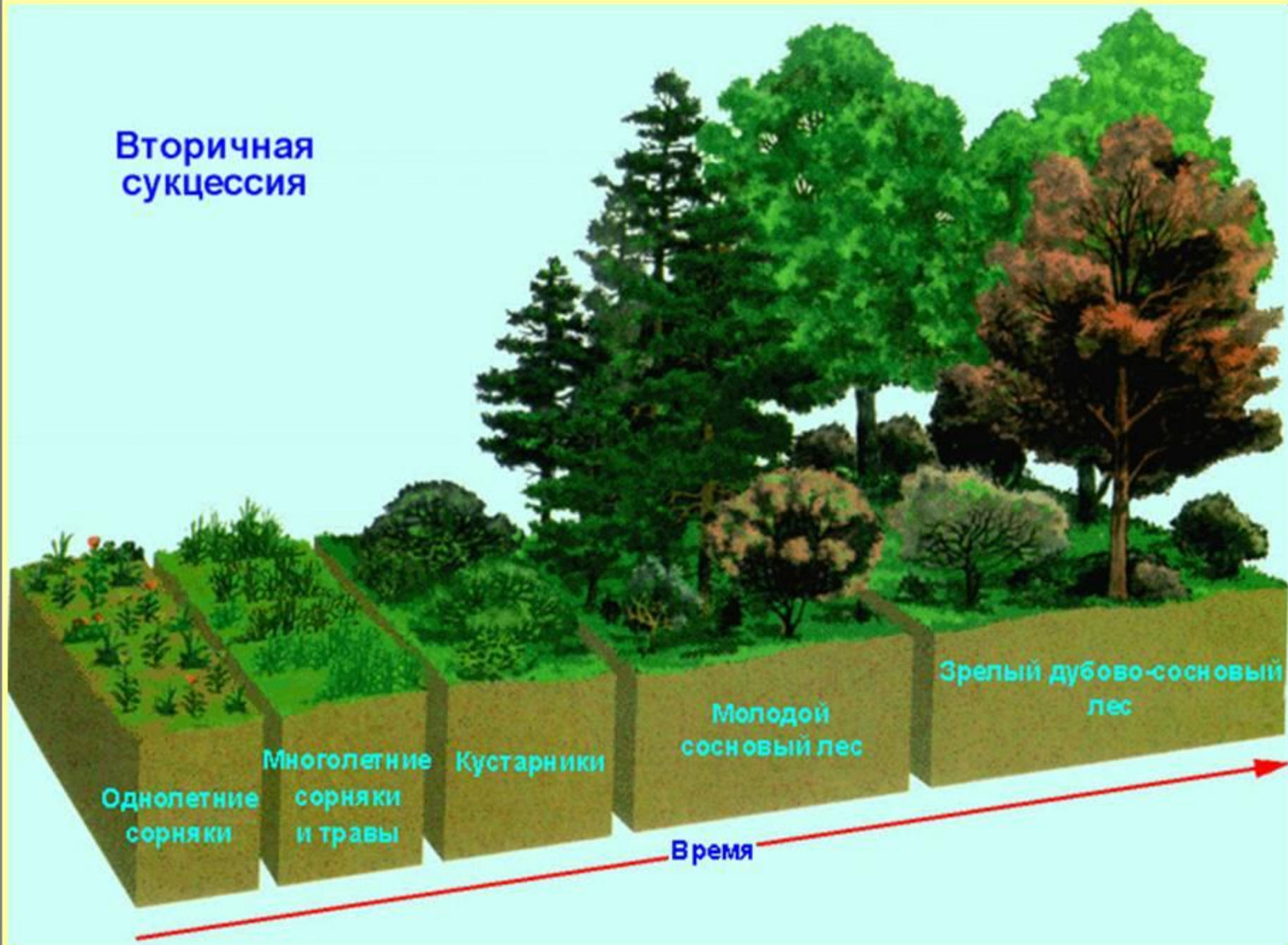


Адаптация организмов

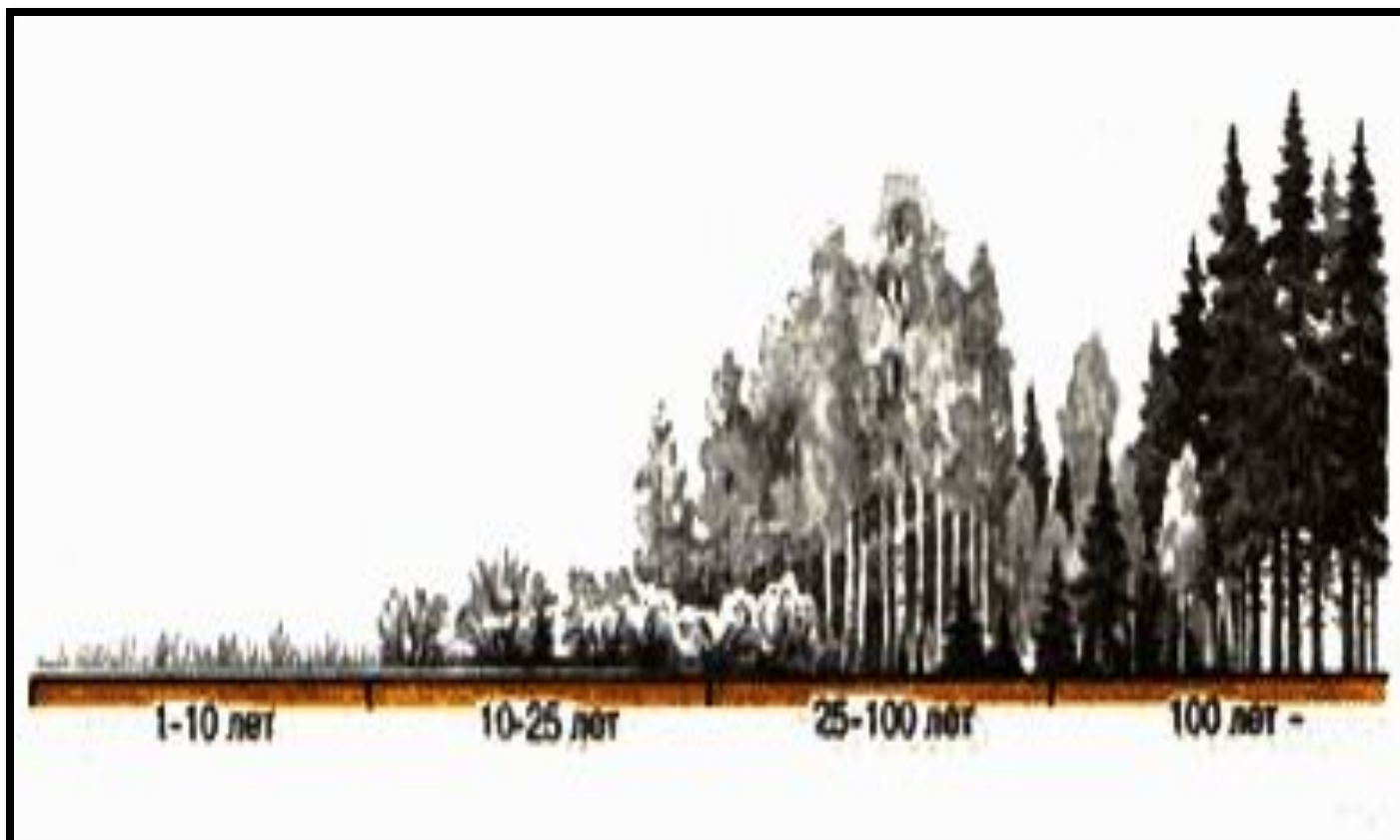


Формирование нового сообщества

Вторичная сукцессия



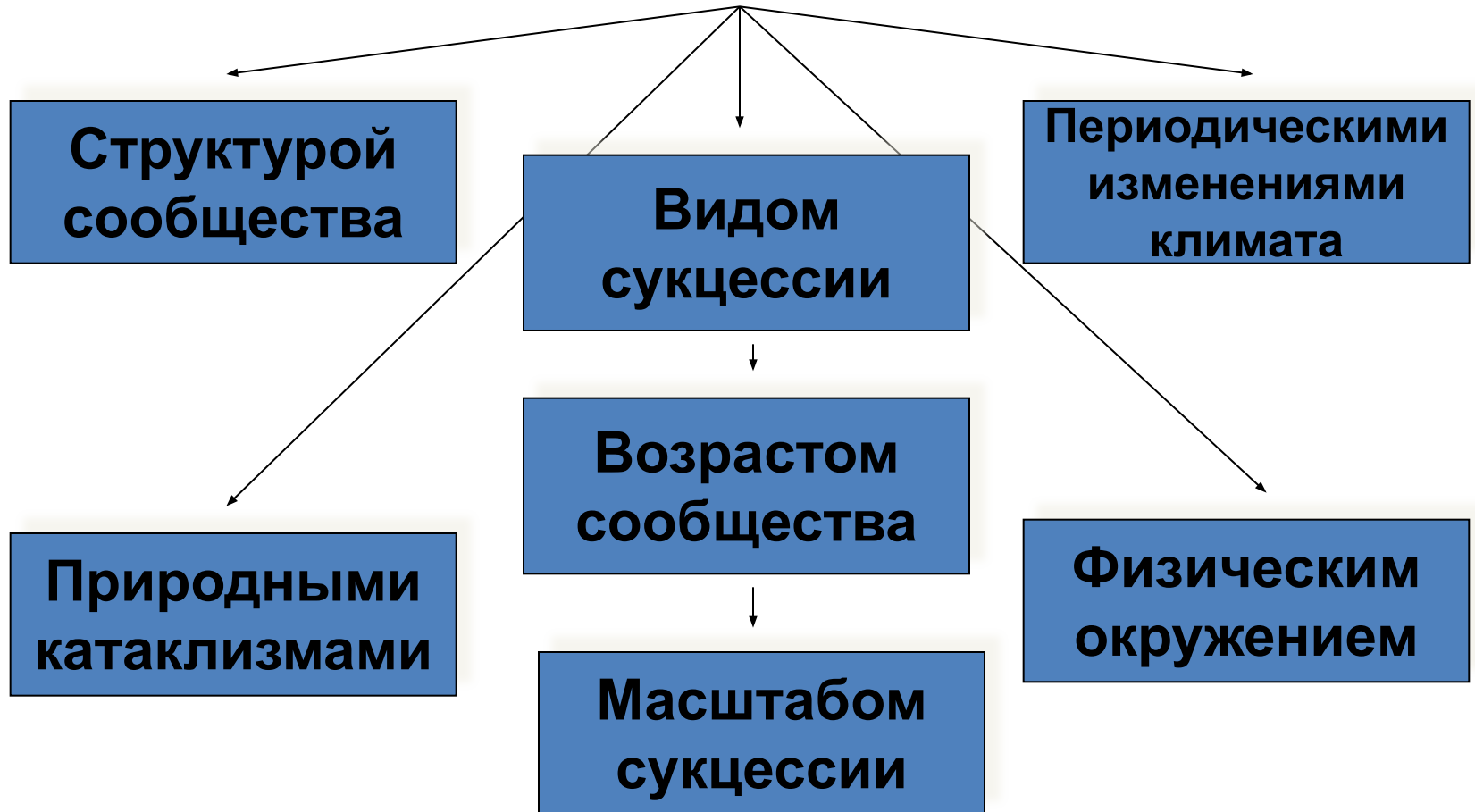
Общая картина вторичной сукцессии на покинутом сельскохозяйственном участке



Сообщества изменяются во времени => значение сукцессии

- **Сменяется видовой состав (соперничество за ресурсы)**
- **Смена доминирующих видов**
- **Повышение видового разнообразия**
- **Увеличивается время жизнедеятельности видов**
- **Увеличение биомассы органического вещества**
- **Изменяется обилие тех или иных групп организмов**
- **Изменяется трофическая структура**
- **Изменяется пространственная структура**
- **Изменяется морфологическая структура**
- **Изменяется продуктивность сообщества и все остальные показатели. Снижение скорости прироста биомассы и увеличение количества энергии, требуемой для поддержания жизни.**
- **Меняется облик сообщества и функционирование экосистемы**

Продолжительность сукцессии определяется



Стадии развития, сукцессионный ряд

- **Последовательность сообществ, сменяющих друг друга в данном сообществе**
- **В сукцессионном ряду каждый сериальный биоценоз представляет собой определённую стадию конечного сообщества – климаксного.**

Коренной биогеоценоз

- **Биогеоценоз, характеризующийся устойчивым стабильным состоянием и большим разнообразием видов, находящийся в равновесии с окружающей средой и способный поддерживать самого себя долгое время, называют коренным или конечным.**

Формирование елового леса

- **Процесс формирования елового леса как коренного сообщества занимает не менее 80—120 лет. Иногда в силу особых почвенно-климатических условий эта смена затягивается на более длительный срок, надолго задерживая появление ценного в биологическом и хозяйственном отношении елового леса**

Временные биогеоценозы

- Временные биогеоценозы не могут долго находиться в состоянии устойчивого равновесия =>
- Быстро заменяются другими.
- Средообразующая деятельность основных видов такого биогеоценоза производит настолько глубокие изменения в биотопе, что жизнь их самих и многих сопутствующих им видов становится невозможной.
- Появляются условия для внедрения новых видов, в том числе обладающих сильными средообразующими свойствами. Часто такие виды оказываются ведущими компонентами другого, нового биогеоценоза, который со временем и заменит предыдущий.
- Временные биогеоценозы характеризуются неполнотой биологического круговорота
- Отличаются небольшой продолжительностью существования и потому называются «временными».

Н.Ф. Реймерс

Механизм сукцессии заключается в том, что биотическое сообщество, создавая биосреду и поддерживая её, постепенно «стареет». Накапливаются условия для его деградации из-за того, что возникают предпосылки для образования более сложного сообщества или более соответствующего условиям среды. «Постаревшее сообщество закономерно сменяется другим, вплоть до образования стабильной экосистемы.



Н. Ф. Реймерс

Масштабы сукцессии

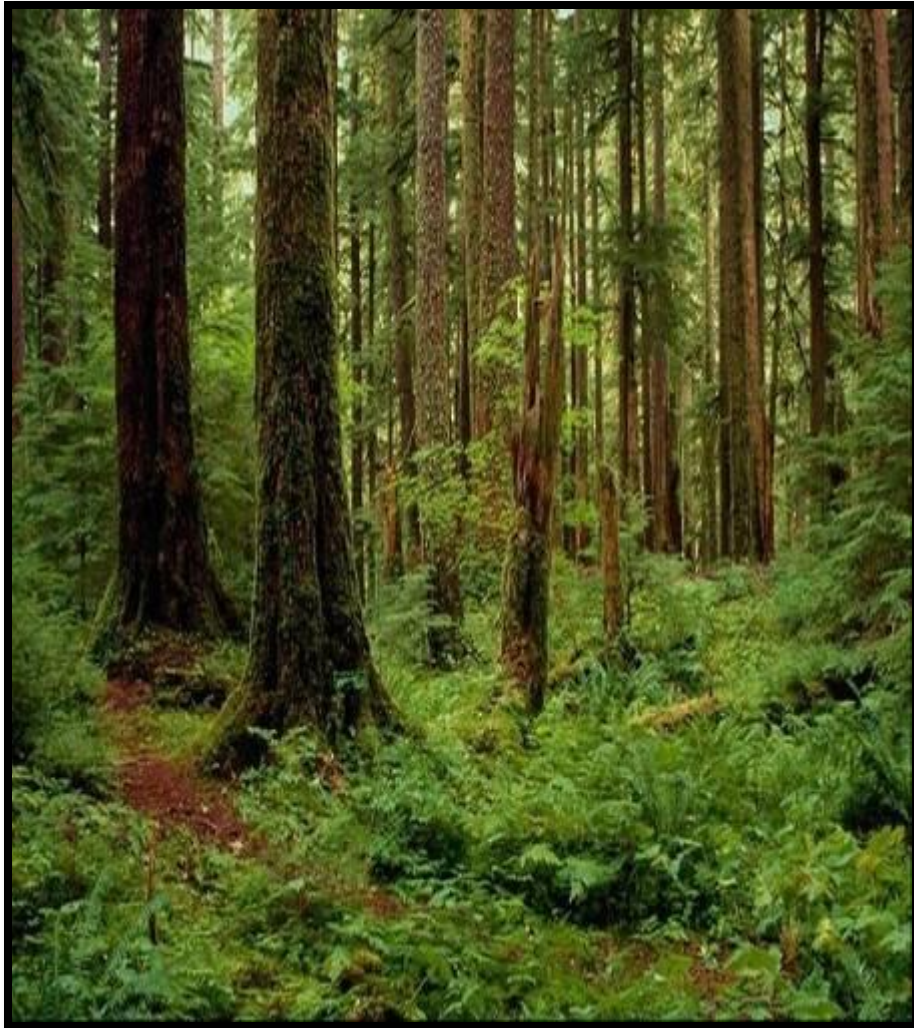
- Мелкомасштабные и кратковременные (земляные выбросы кротов, завалы деревьев в лесу, сусликовины в степях, днища высохших луж и т.д.)



- Крупномасштабные и долгосрочные



Зрелое сообщество и молодое сообщество



Сравнительная характеристика зрелых и молодых сукцессионных стадий

Зрелое сообщество (лес)	Молодое сообщество (пахотные земли)
<ol style="list-style-type: none">1. Достигнуто состояние равновесия, стабильность2. Высокая насыщенность организмами3. Разнообразная трофическая структура4. Уравновешенность между энергией, получаемой извне и используемой для поддержания жизни5. Противостоит изменениям физических факторов и некоторым видам химических загрязнений6. Энергия, доступная организмам, тратится на поддержание жизни	<ol style="list-style-type: none">1. Не достигнуто состояние равновесия2. Небольшая насыщенность организмами3. Менее разнообразна трофическая структура4. Более уязвимы по отношению к внешним факторам5. Способно продуцировать новую биомассу в гораздо больших количествах6. Человек может собирать богатый урожай в виде чистой продукции, искусственно поддерживая на ранних стадиях сукцессии сообщество

Вековые смены экосистем

- Биogeоценозы находятся в постоянном развитии
- Даже хорошо сложившееся коренное сообщество, хотя и довольно медленно, изменяется. Такие сукцессии охватывают очень длительные периоды времени, поэтому их называют вековыми сменами экосистем.
- Они происходят в связи с изменением климата на планете, рельефа и других свойств поверхности Земли.
- Вековые смены начинаются не с заселения не занятых жизнью местообитаний, а с перестройки внутренних связей уже сложившихся и функционирующих биogeоценозов. Этот процесс сопровождается и эволюцией самих видов, появлением среди них более адаптированных к новым условиям.
- Вековые смены отражают историю развития биосферы.
- Развитие и смена живого покрова на нашей планете, многообразие видов и биogeоценозов тесно связаны с вековыми сменами, идущими на Земле с момента появления на ней живого вещества и биосферы.

Важно осознавать последствия экологических нарушений, совершаемых в погоне за экономической выгодой

- **Нужно уделять одинаковое внимание зрелым и молодым сукцессионным стадиям.**
- **Человек может сократить или продлить жизнь сообщества.**
- **Необходимо нормировать антропогенную нагрузку на сообщество.**
- **Превращение нашей биосферы в один обширный ковёр пахотных земель таит в себе огромную опасность.**
- **Определённые ландшафты должны быть представлены естественными сообществами.**