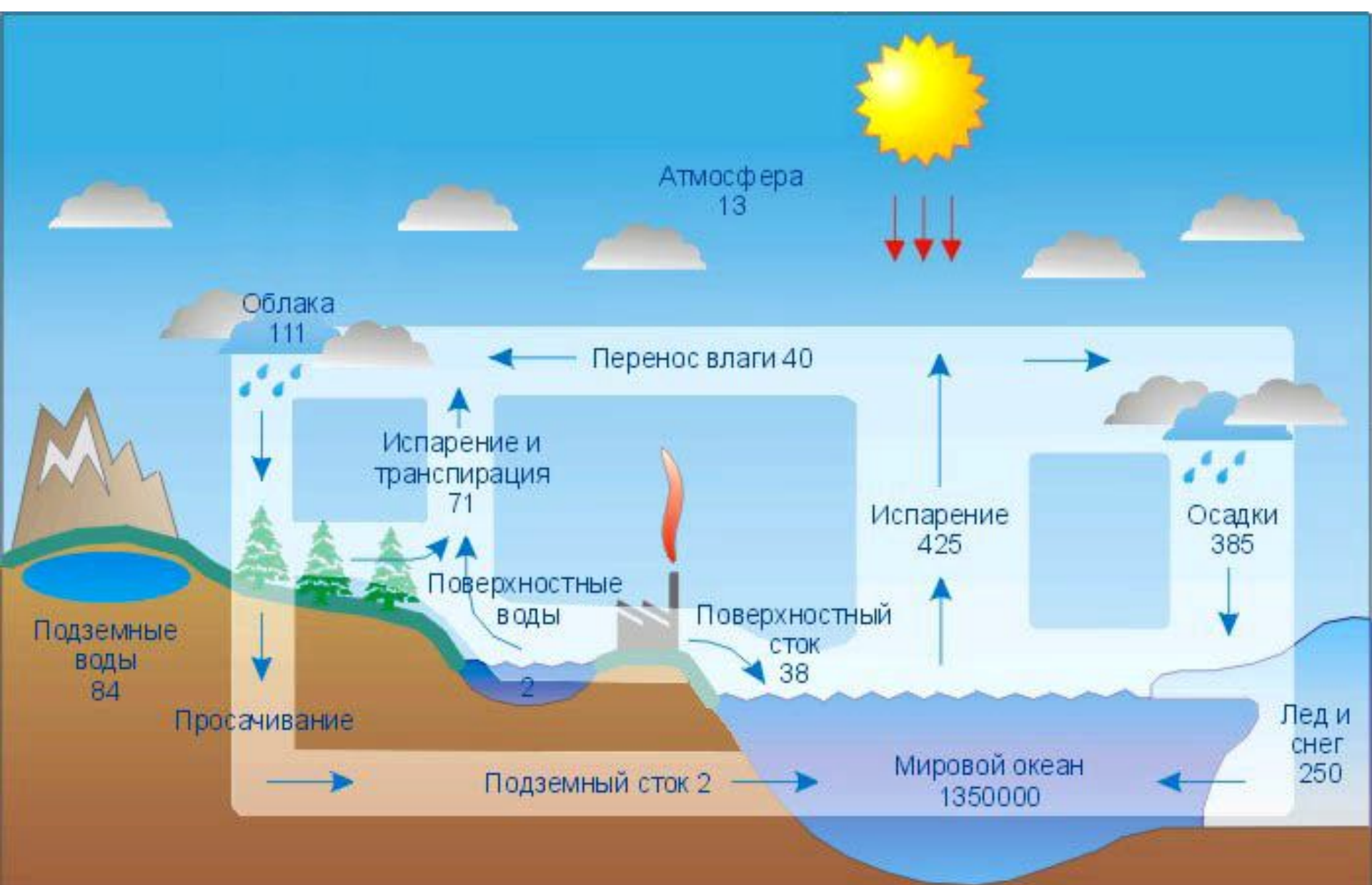


Лекция №  
Тема: «<sup>12</sup>Потоки энергии в  
биосфере.  
Устойчивость  
биосферы.»

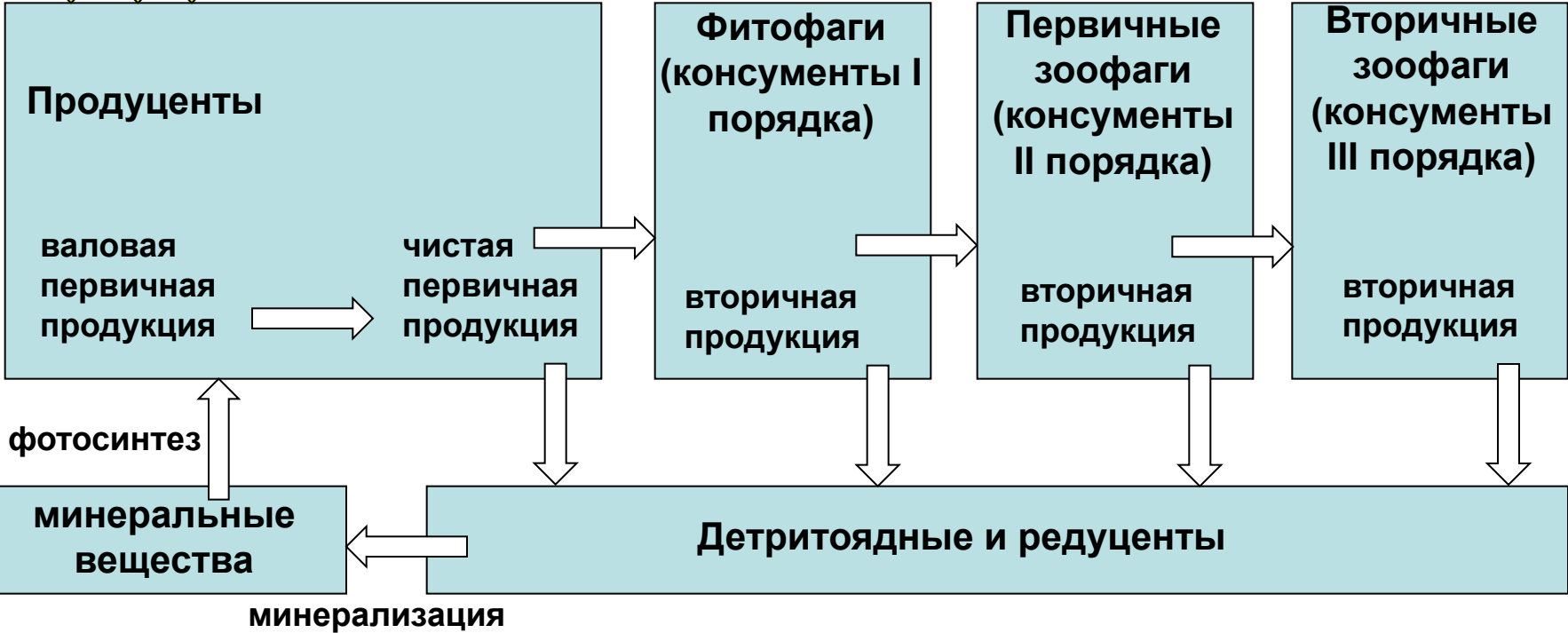
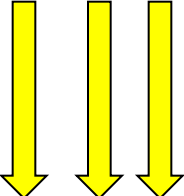
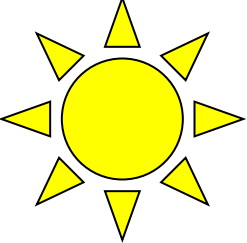
автор: Киселева О.Н.  
учитель биологии и экологии  
МАОУ «Лицей №37» г.Саратова



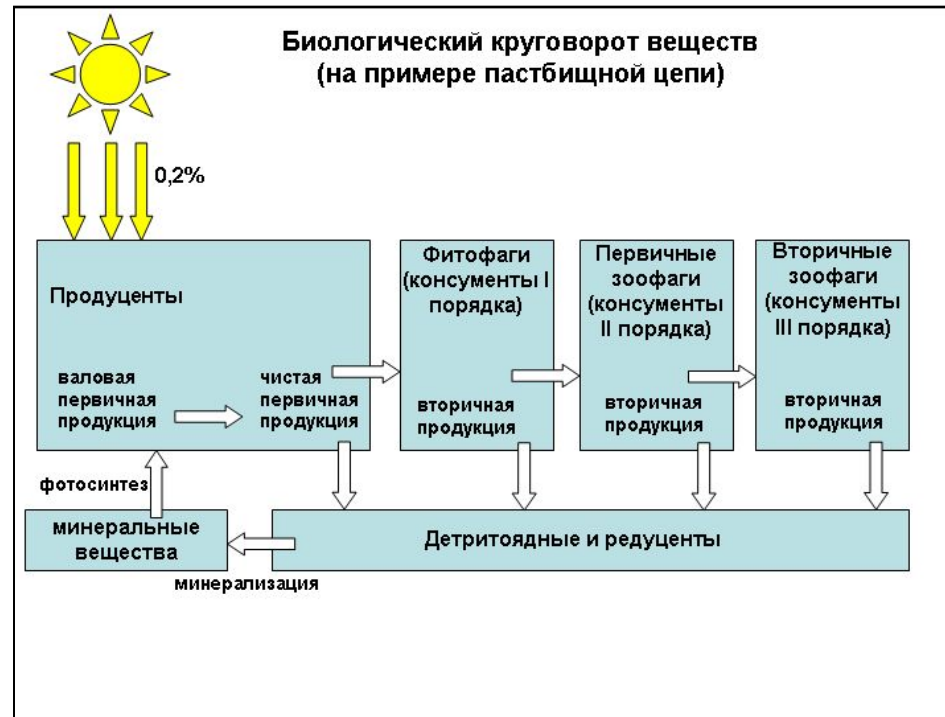
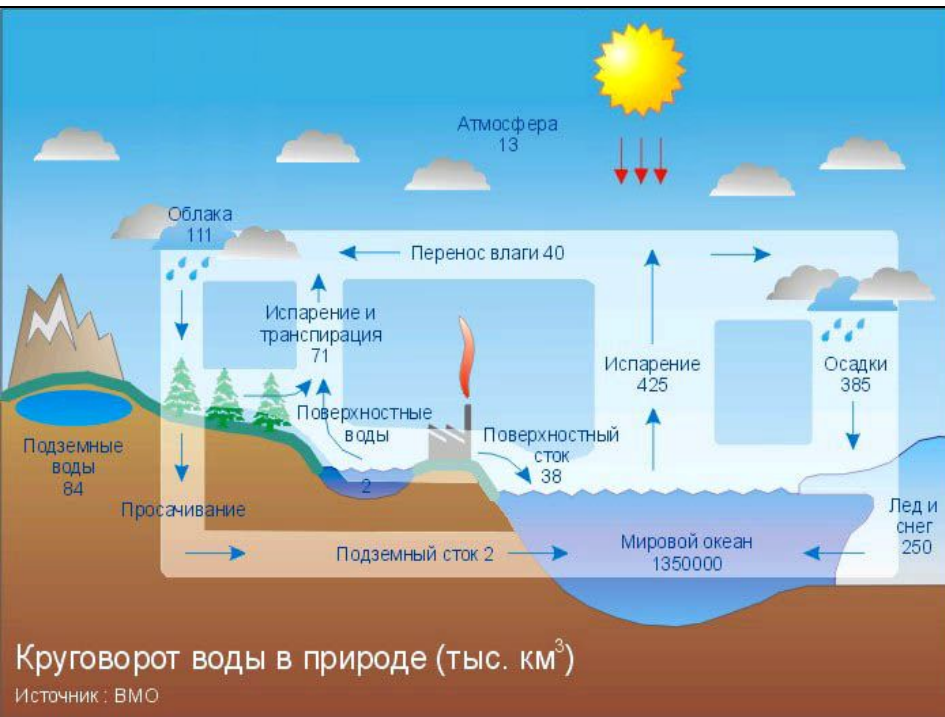
# Круговорот воды в природе (тыс. км<sup>3</sup>)

Источник: ВМО

# Биологический круговорот веществ (на примере пастбищной цепи)



# Каковы сходства и отличия большого и малого круговоротов?



# Солнце как источник энергии

## Характеристики солнечной энергии:

1. *Избыток*
2. *Чистота*
3. *Постоянство*
4. *Вечность*

## Второй принцип функционирования экосистем:

*Экосистема существует за счет практически вечной, не загрязняющей среду солнечной энергии, количество которой относительно постоянно и избыточно*



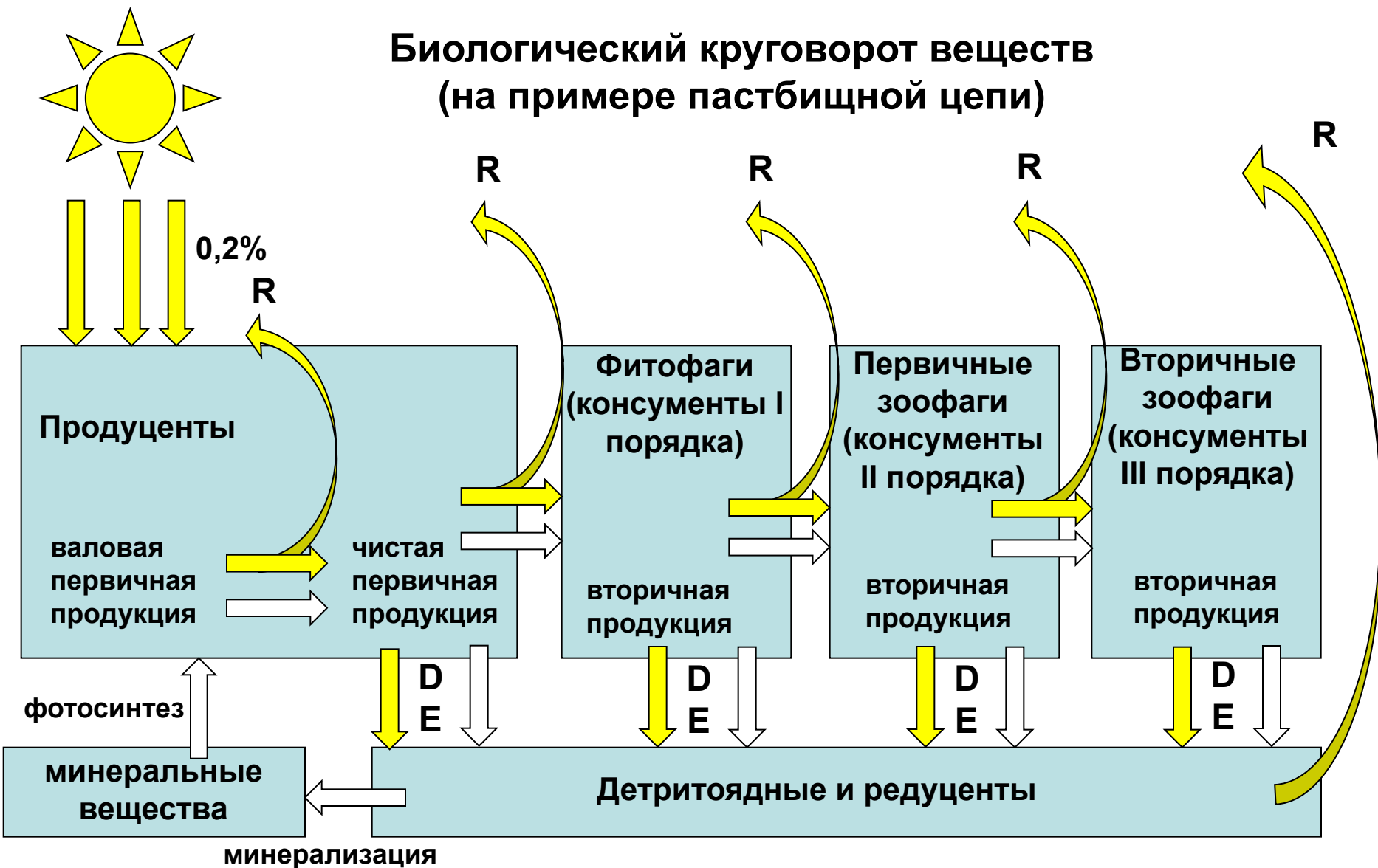
Лекция №

Тема: «<sup>12</sup>Потоки энергии в  
биосфере.

Устойчивость  
биосферы.»

Как человек влияет на  
потоки энергии в  
биосфере ?  
Какие глобальные  
проблемы возникают в  
результате  
этого влияния ?

# Биологический круговорот веществ (на примере пастбищной цепи)



R – энергия, теряемая при дыхании

D – естественная смерть

E – энергия, выделяемая с продуктами метаболизма



# Законы термодинамики

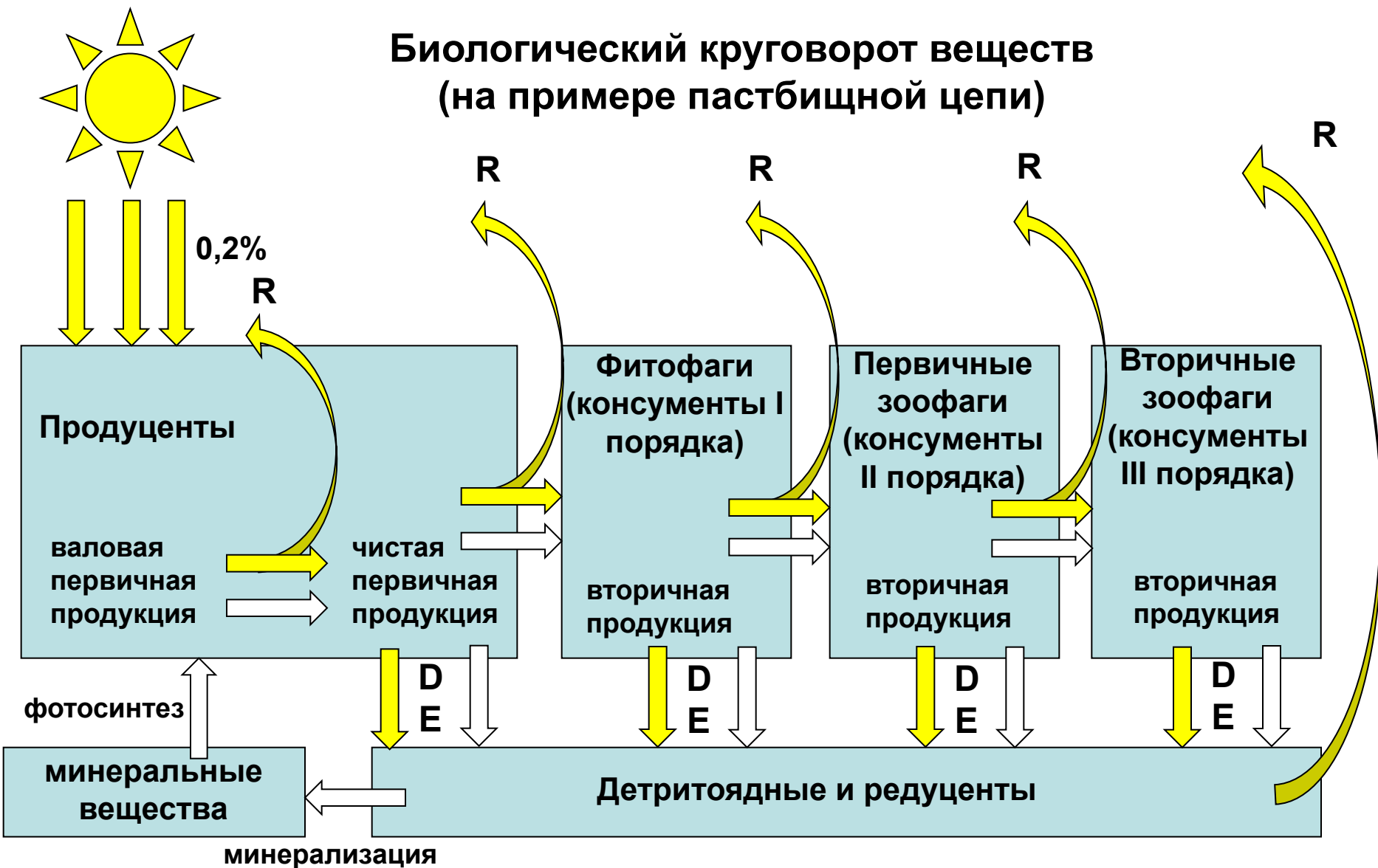
## Формулировки первого закона (начала) термодинамики:

- 1. Энергия не создается и не уничтожается.*
- 2. В любой изолированной системе общее количество энергии постоянно.*
- 3. Количество теплоты, полученное системой, идет на изменение ее внутренней энергии и на совершение работы над внешними телами.*
- 4. Это одна из форм закона сохранения энергии.*

## Закон сохранения энергии.

*При любых процессах, происходящих в системе при неизменных внешних условиях, ее полная энергия остается постоянной.*

# Биологический круговорот веществ (на примере пастбищной цепи)



R – энергия, теряемая при дыхании

D – естественная смерть

E – энергия, выделяемая с продуктами метаболизма

## В применении к экологическим системам:

*Энергия в экосистеме не может создаваться заново и исчезать, а только переходит из одной формы в другую (E света  E химических связей органических соединений; E химических связей органических соединений  тепловая E).*

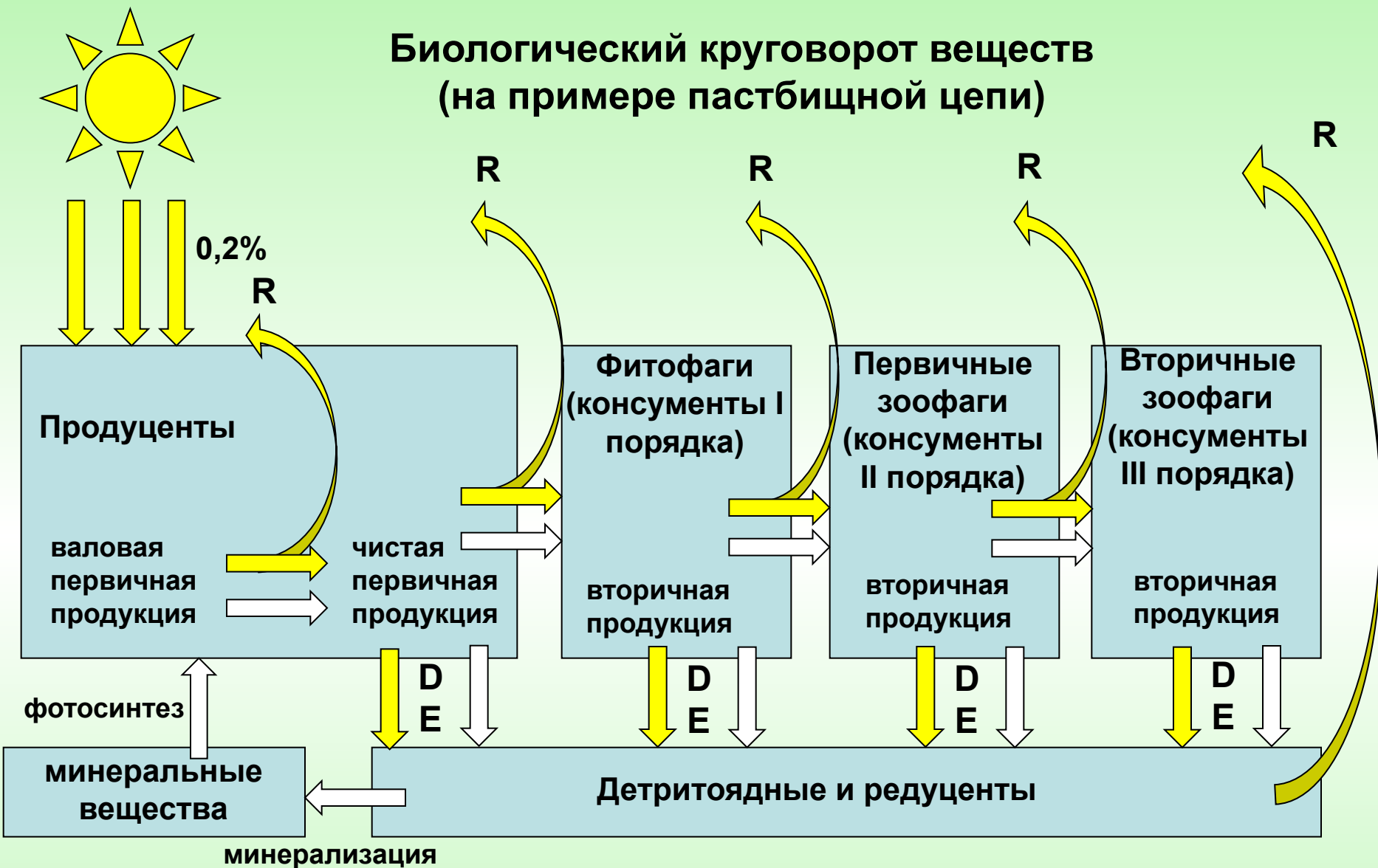
## Формулировки второго закона (начала) термодинамики:

- 1. Невозможен процесс, при котором тепло самопроизвольно переходит от тел менее нагретых к телам более нагретым.*
- 2. Все самопроизвольные процессы в замкнутой неравновесной системе происходят в таком направлении, при котором энтропия системы возрастает; в состоянии теплового равновесия она максимальна и постоянна.*
- 3. Процессы, связанные с превращением энергии могут протекать самопроизвольно лишь при условии, что энергия переходит из концентрированной формы в рассеянную.*

Энтропия системы – это мера рассеивания энергии, степень внутренней неупорядоченности системы.

*Ее величина связана со структурой самой системы. В равновесной системе энтропия высокая, в открытой сложноорганизованной – низкая.*

# Биологический круговорот веществ (на примере пастбищной цепи)



R – энергия, теряемая при дыхании

D – естественная смерть

E – энергия, выделяемая с продуктами метаболизма

### Правило Шредингера

*«о питании» организма отрицательной энтропией: упорядоченность организма выше окружающей среды и организм отдает в эту среду больше неупорядоченности, чем получает.*

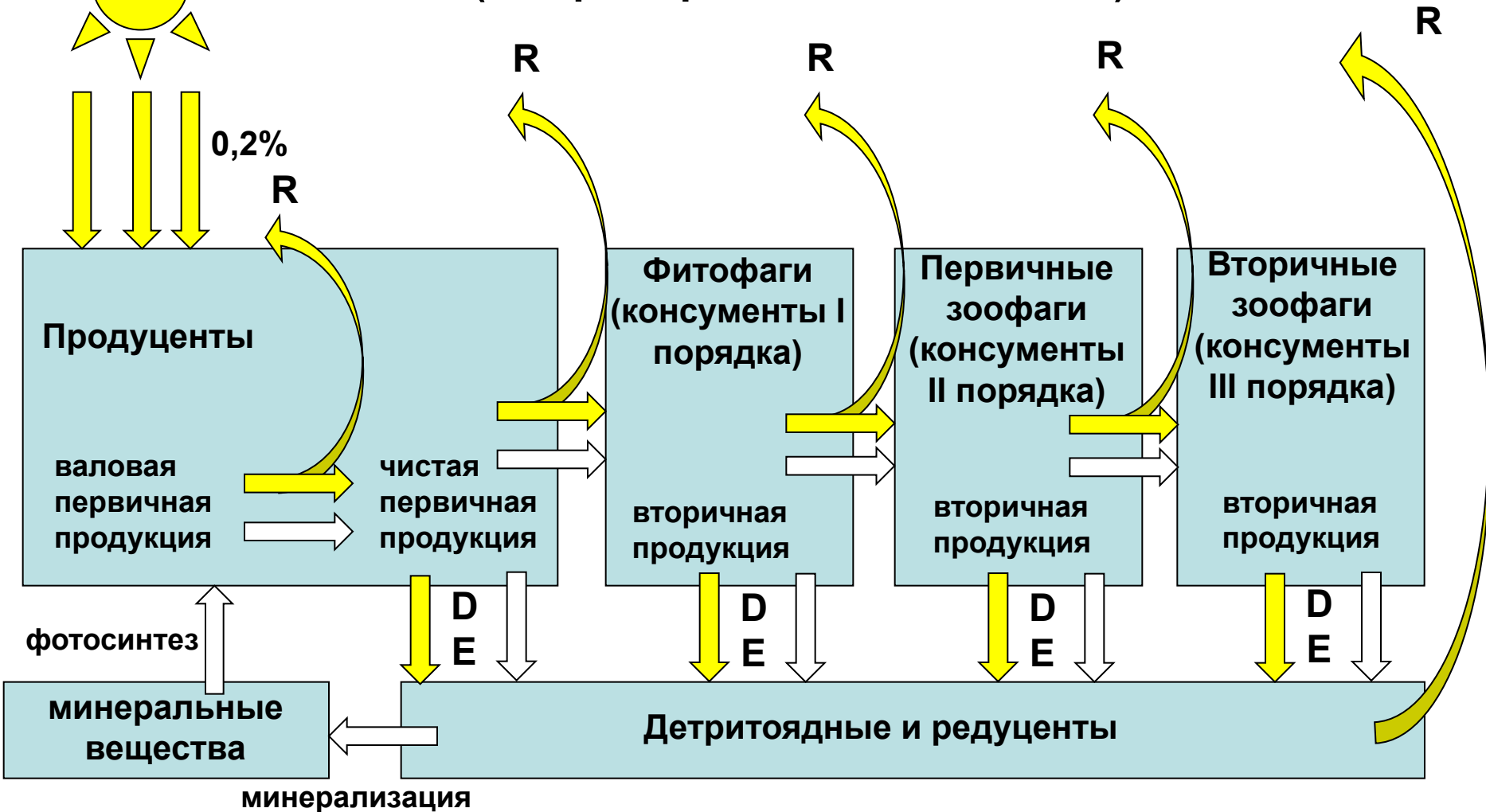
### Принцип сохранения упорядоченности Пригожина

*в открытых системах энтропия не возрастает, а уменьшается до тех пор, пока не достигается минимальная постоянная величина, всегда большая нуля.*

### Принцип экономии энергии Л. Онсагера:

*при вероятности развития процесса в некотором множестве направлений, допустимых началами термодинамики, реализуется то, которое обеспечивает минимум рассеивания энергии.*

# Биологический круговорот веществ (на примере пастбищной цепи)



R – энергия, теряемая при дыхании

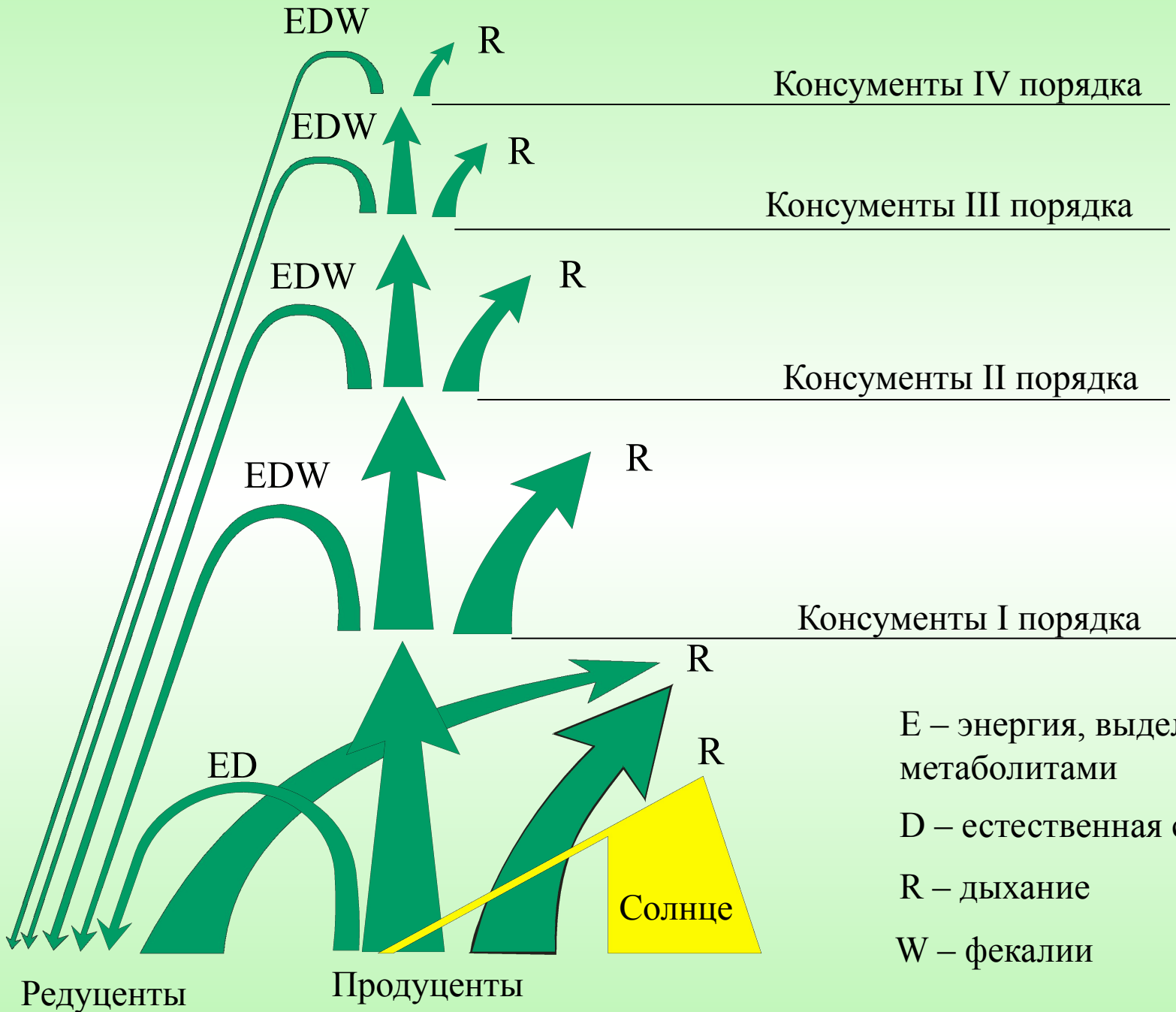
D – естественная смерть

E – энергия, выделяемая с продуктами метаболизма

## **Второй закон термодинамики в применении к экосистемам:**

*не может быть ни одного процесса связанного с превращением энергии без потери некоторой ее части (т.е. эффективность самопроизвольного превращения энергии всегда меньше 100 %). В экосистемах часть энергии превращается в недоступную тепловую и, следовательно, теряется. Поэтому жизнь на Земле не возможна без притока солнечной энергии.*





Редуценты

Продуценты

Консументы IV порядка

Консументы III порядка

Консументы II порядка

Консументы I порядка

E – энергия, выделяемая с метаболитами

D – естественная смерть

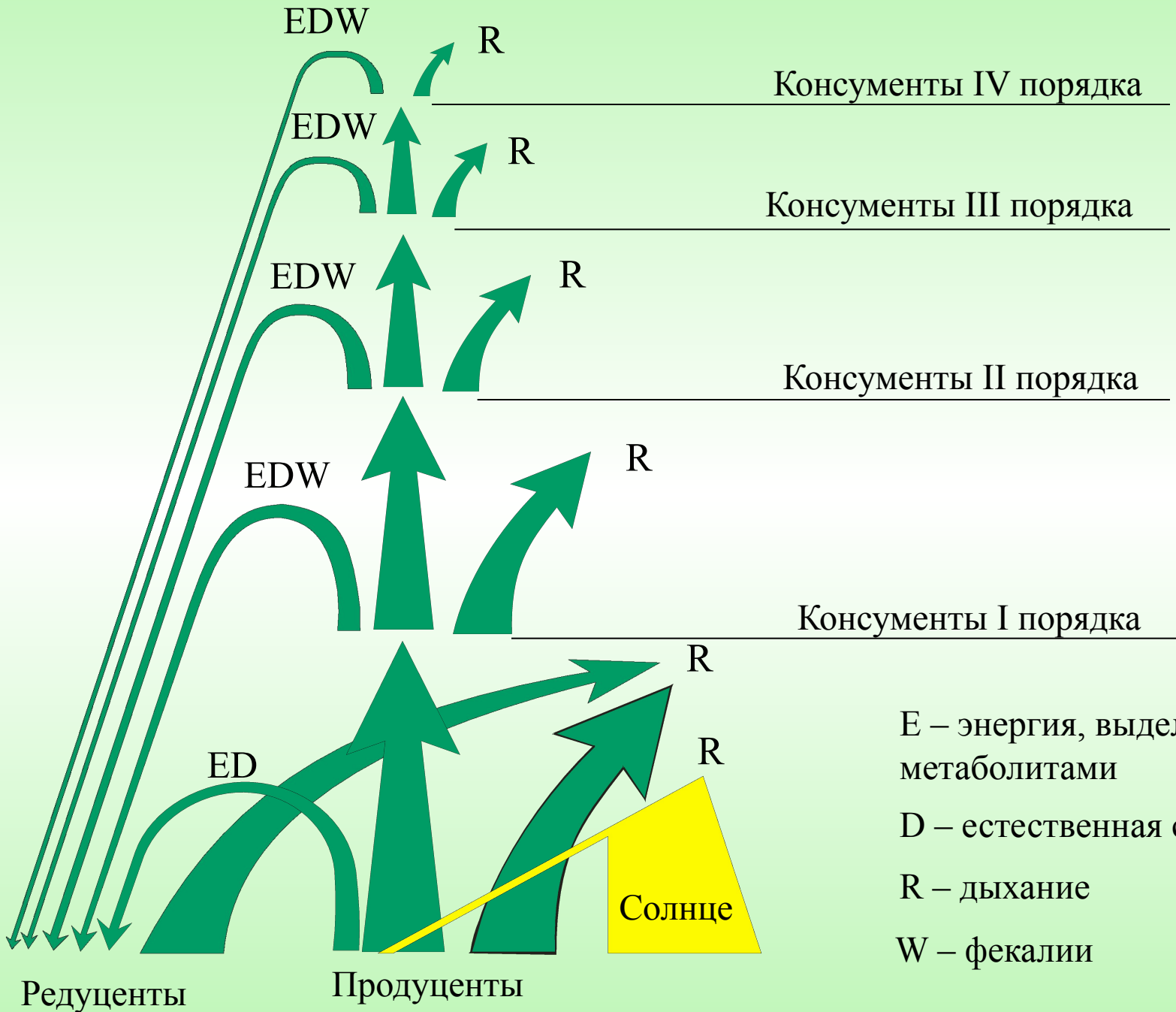
R – дыхание

W – фекалии

Солнце

**Закон пирамиды энергии (закон Линдемана):**

*с одного трофического уровня переходит на другой, более высокий уровень в среднем около 10% поступившей на предыдущий уровень энергии.*



E – энергия, выделяемая с  
 метаболитами  
 D – естественная смерть  
 R – дыхание  
 W – фекалии

# Экосистема (с точки зрения термодинамики)

*- это неравновесная система, постоянно поглощающая из окружающей среды энергию, вещество и информацию, уменьшая энтропию внутри себя, но увеличивая вовне в связи с рассеиванием тепловой энергии на каждом трофическом уровне.*

**Закон исторического саморазвития  
экосистем Бауэра:**

*развитие биологических систем есть  
результат увеличения их внешней  
работы – воздействия этих систем на  
окружающую среду.*

| <b>Показатель</b>  | <b>Растущая экосистема</b>       | <b>Зрелая экосистема</b>           |
|--|----------------------------------|------------------------------------|
| <b>Продуктивность</b>                                    | <b>высокая</b>                   | <b>низкая</b>                      |
| <b>Видовое разнообразие</b>                              | <b>мало</b>                      | <b>велико</b>                      |
| <b>Структурное разнообразие</b>                          | <b>слабо организовано</b>        | <b>хорошо организовано</b>         |
| <b>Жизненные циклы</b>                                   | <b>короткие и простые</b>        | <b>длинные и сложные</b>           |
| <b>Скорость обмена веществ между организмом и средой</b> | <b>высокая</b>                   | <b>низкая</b>                      |
| <b>Давление отбора</b>                                   | <b>на быстрый рост популяций</b> | <b>на регуляцию обратной связи</b> |
| <b>Сохранение биогенных веществ</b>                      | <b>с потерями</b>                | <b>полное</b>                      |
| <b>Устойчивость</b>                                      | <b>низкая</b>                    | <b>высокая</b>                     |
| <b>Энтропия</b>  | <b>высокая</b>                   | <b>низкая</b>                      |
| <b>Информация</b>  | <b>мало</b>                      | <b>много</b>                       |



# Агроэкосистемы



# Особенности агроэкосистем

1. Высокая продуктивность
2. Низкое биологическое разнообразие
3. Высокая энтропия
4. Низкая устойчивость
5. Внесение большого количества антропогенной энергии



# Влияние антропогенной деятельности на потоки энергии и устойчивость биосферы

1. Человек потребляет более 10% продукции биосферы, хотя по закону Линдемана это потребление не должно превышать 1%. Это приводит к снижению устойчивости и разрушению природных экосистем.
2. Человек изменяет термодинамические процессы в биосфере, привнося антропогенную энергию (ископаемого топлива, атомного ядра, ГЭС и др.), что увеличивает поток тепловой энергии с поверхности планеты. Эта энергия накапливается в атмосфере, что приводит к глобальному изменению климата планеты.
3. Замена естественных экосистем на агроэкосистемы приводит к росту энтропии, а значит снижению устойчивости биосферы.
4. Увеличение энтропии приводит к экстенсивному течению эволюции, что может привести к саморазрушению живой материи или глобальному изменению видового состава и всего облика биосферы.

# Домашнее задание

- Выучить конспект лекции.
- Выучить законы, принципы и правила, вновь отмеченные в списке.
- Выбрать любую проблему, возникающую вследствие изменения потоков энергии и предложить пути её решения.
- По желанию:  
предложить формулировку темы экологического проекта в области энергетических проблем биосферы, собрать дополнительный материал, иллюстрирующий данные проблемы, для организации работы над экологическим проектом.