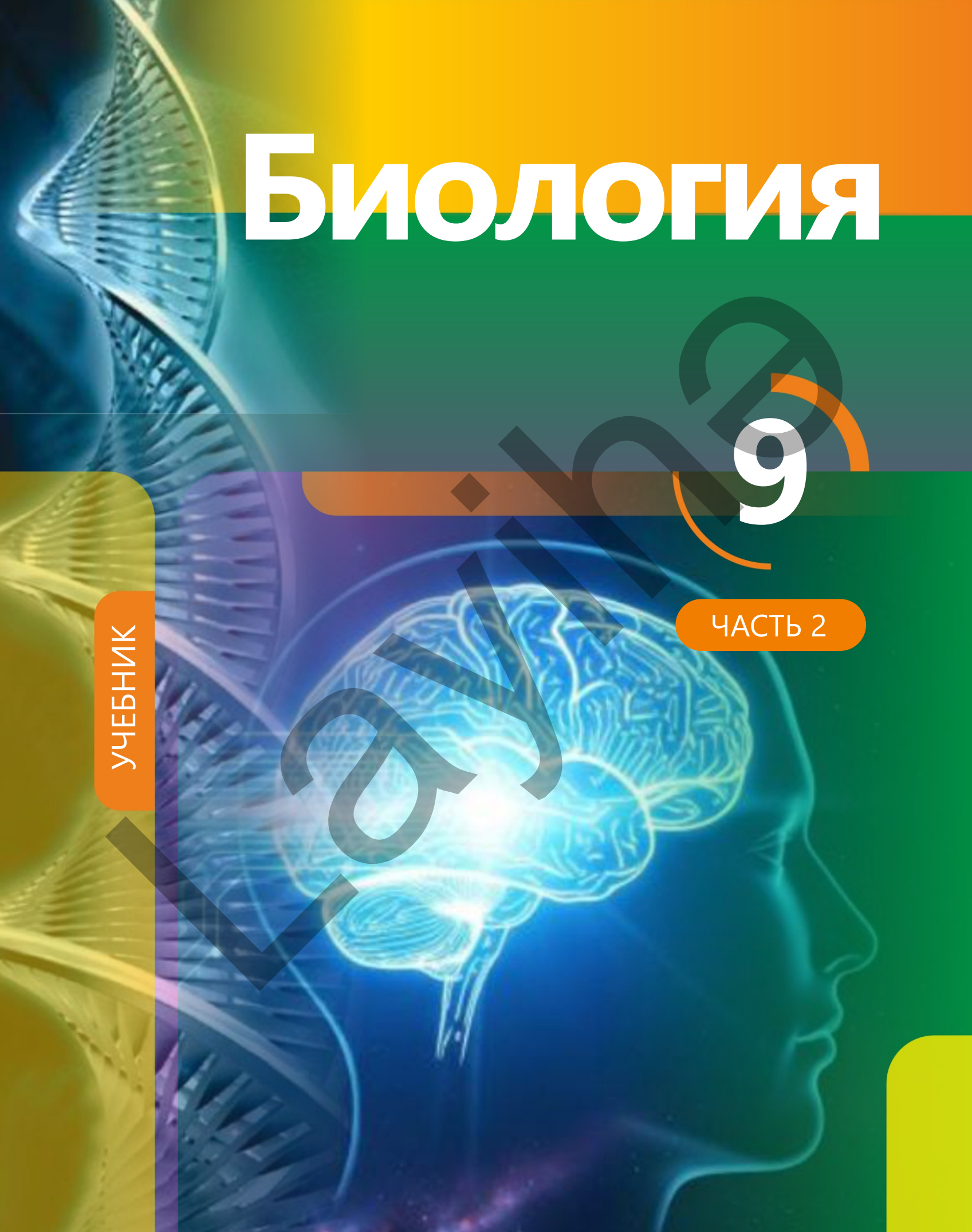


# Биология

9

УЧЕБНИК

ЧАСТЬ 2





## AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

Musiqisi *Üzeyir Hacıbəylinin,*  
sözləri *Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!  
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!  
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!  
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadiriz!  
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!

Minlərlə can qurban oldu,  
Sinən hər bə meydan oldu!  
Hüququndan keçən əsgər,  
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,  
Sənə hər an can qurban!  
Sənə min bir məhəbbət  
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,  
Bayrağını yüksəltməyə  
Cümlə gənclər müştəqdir!  
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!  
Azərbaycan! Azərbaycan!



**ГЕЙДАР АЛИЕВ**  
**ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛИДЕР**  
**АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО НАРОДА**

Learn  
English

Эльшад Юнусов  
Рашад Салимов  
Наиля Алиева  
Хумар Ахмедбейли  
Эльнур Мамедов

# Биология

Учебник по предмету биология для 9-х классов  
общеобразовательных заведений (часть II)

9

ЧАСТЬ 2

©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi



**Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0International  
(CC BY-NC-SA 4.0)**

Bu nəşr Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International  
lisensiyası (CC BY-NC-SA 4.0) ilə [www.trims.edu.az](http://www.trims.edu.az) saytında əlçatandır. Bu nəşrin  
məzmunundan istifadə edərkən sözügedən lisenziyanın şərtlərini qəbul etmiş olursunuz:

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir.

Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır.

Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisenziya şərtlərilə yayılmalıdır.

Bu nəşrlə bağlı irad və təkliflərinizi [trm@arti.edu.az](mailto:trm@arti.edu.az) və [derslik@edu.gov.az](mailto:derslik@edu.gov.az)  
elektron ünvanlarına göndərməyiniz xahiş olunur.  
Əməkdaşlığınız üçün əvvəlcədən təşəkkür edirik!

УЧЕБНИК

## Раздел 5 Фотосинтез и дыхание

5.1	Фотосинтез . . . . .	6
5.2	Факторы, влияющие на скорость фотосинтеза . . . . .	11
5.3	Дыхание и энергетический обмен . . . . .	15
5.4	Анаэробное дыхание . . . . .	19
	Наука, технология, жизнь . . . . .	23
	Заключение . . . . .	24
	Обобщающие задания . . . . .	25

## Раздел 6 Наследственность и деление клетки

6.1	Наследственность и ее материальные основы . . . . .	28
6.2	Клеточный цикл. Митоз . . . . .	33
6.3	Деление клетки. Мейоз . . . . .	40
	Наука, технология, жизнь . . . . .	47
	Заключение . . . . .	48
	Обобщающие задания . . . . .	49

## Раздел 7 Эволюция и изменчивость

7.1	Изменчивость. . . . .	52
7.2	Модификационная изменчивость . . . . .	56
7.3	Естественный отбор. . . . .	62
	Наука, технология, жизнь . . . . .	69
	Заключение . . . . .	70
	Обобщающие задания . . . . .	71

## Раздел 8 Деятельность человека и окружающая среда

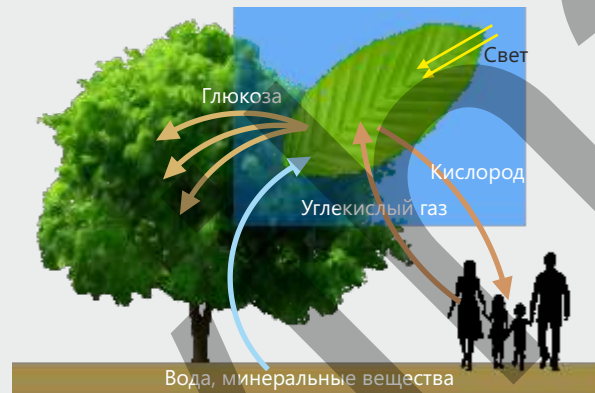
8.1	Загрязнение атмосферы . . . . .	74
8.2	Загрязнение водоемов . . . . .	80
8.3	Загрязнение экосистем суши . . . . .	86
	Наука, технология, жизнь . . . . .	91
	Заключение . . . . .	92
	Обобщающие задания . . . . .	93
	Словарь . . . . .	95

# Раздел 5

## Фотосинтез и дыхание

Большинство автотрофных организмов, поглощая солнечные лучи, запасают энергию, а другие организмы используют этот запас для поддержания своей жизнедеятельности. Это взаимодействие ограничивается не только питанием, но также играет важную роль в формировании газового состава атмосферы.

На нашей планете энергия постоянно превращается из одной формы в другую, и именно эти превращения лежат в основе непрерывности жизни. Фотосинтез и дыхание являются двумя основными биологическими процессами, обеспечивающими круговорот энергии в биосфере.



- Кислород, составляющий примерно 21 % газов атмосферы, чрезвычайно важен для жизни. Однако кислород не всегда присутствовал в атмосфере Земли.

- 1. Какой природный процесс и какие организмы привели к появлению кислорода в атмосфере?
- 2. Как увеличение количества кислорода в атмосфере повлияло на развитие жизни на Земле?
- 3. Как вы думаете, могут ли живые организмы дышать в бескислородной среде?

### Из раздела вы узнаете

- Процесс фотосинтеза у растений происходит в хлоропластах с участием энергии Солнца.
- Интенсивность и длина волны света, температура, концентрация углекислого газа, количество воды и минеральных веществ являются внешними факторами, влияющими на скорость фотосинтеза.
- Особенности строения листа являются внутренними факторами, влияющими на скорость фотосинтеза.
- В процессе клеточного дыхания органические вещества в клетке поэтапно расщепляются с участием ферментов, при этом выделяется энергия.
- У эукариотических организмов кислородный этап происходит в митохондриях.
- Анаэробное дыхание – это расщепление органических веществ без участия кислорода, при котором выделяется небольшое количество энергии.
- При анаэробном дыхании у различных организмов происходит спиртовое или молочнокислое брожение.

## 5.1 Фотосинтез

На рисунке изображен эксперимент, в котором исследователь, изучает процесс фотосинтеза, используя водное растение элодея. В ходе опыта наблюдается образование пузырьков воздуха в воде.

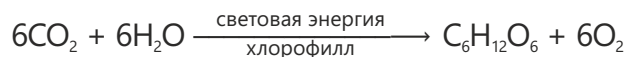
- Как вы думаете, в чем причина появления пузырьков воздуха? Какой газ может образовывать эти пузырьки?
- Может ли образование пузырьков воздуха продолжаться при отсутствии света?



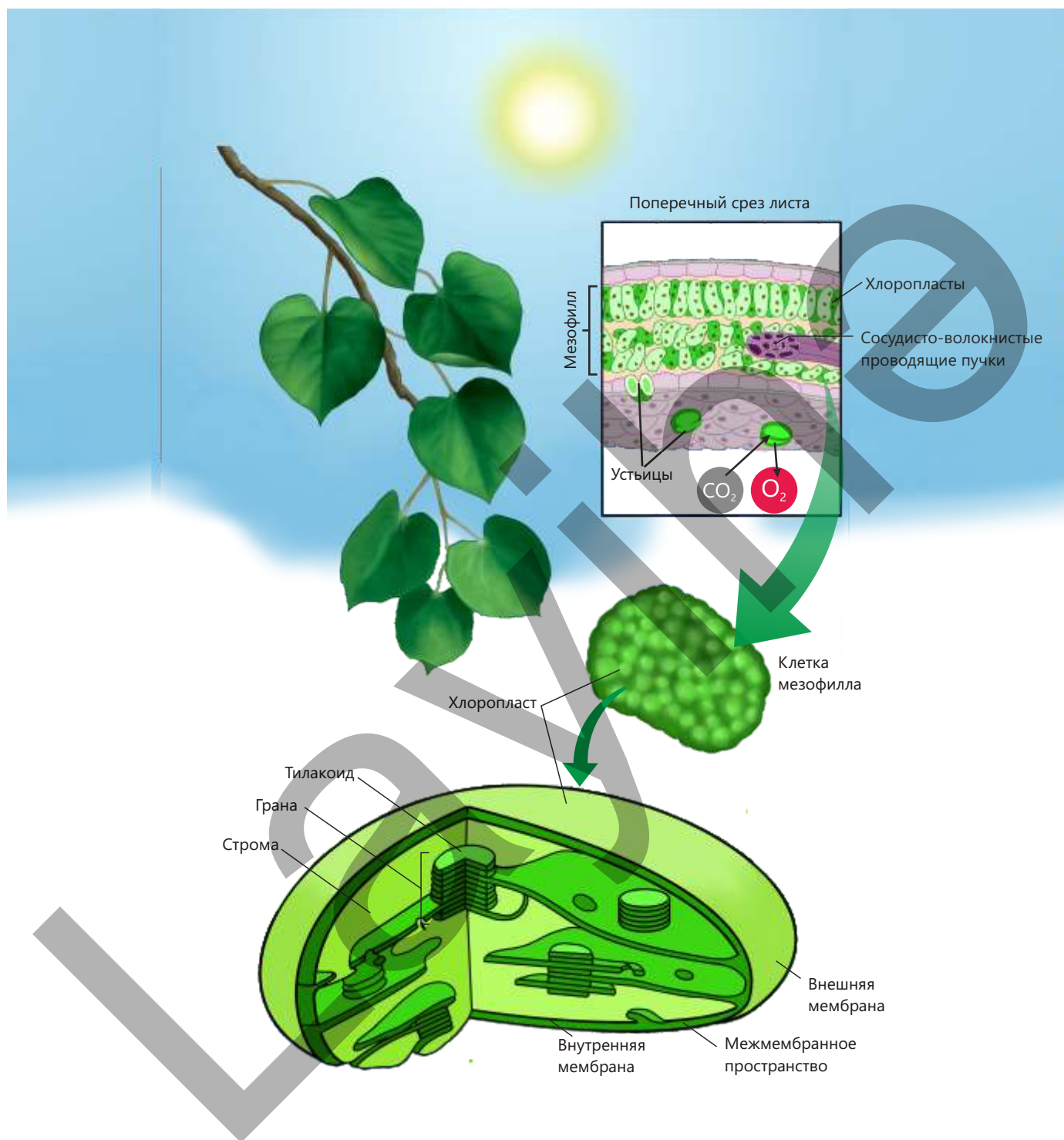
Ключевые слова

хлоропласт, тилакоид, грана, строма, хлорофилл

В процессе фотосинтеза растение использует падающую на него солнечную энергию. При этом растение преобразует энергию Солнца в энергию химических связей. Эта энергия сохраняется в молекулах органических веществ в виде высокоэнергетических связей и эту энергию использует как само растение, так и другие организмы, питающиеся им. Фотосинтез — это процесс синтеза органических веществ из неорганических с участием солнечной энергии. В этом процессе растение использует углекислый газ и воду, и в результате синтезируется глюкоза, а молекулярный кислород выделяется в атмосферу.



У высших растений фотосинтез протекает в особых двумембранных органеллах — **хлоропластах**. Внешняя мембрана хлоропласта имеет гладкое строение. Выросты внутренней мембраны — плоские, дискообразные **тилакоиды** — располагаются друг над другом и образуют **граны**. Внутренняя жидкая среда хлоропласта называется **стромой**. В этой среде находятся нуклеиновые кислоты, рибосомы, ферменты, аминокислоты, некоторые белки, липиды и крахмал. В тилакоидах, расположенных в строме, содержится пигмент **хлорофилл**, придающий хлоропластам зелёный цвет. Хлорофилл обладает способностью поглощать световые лучи.



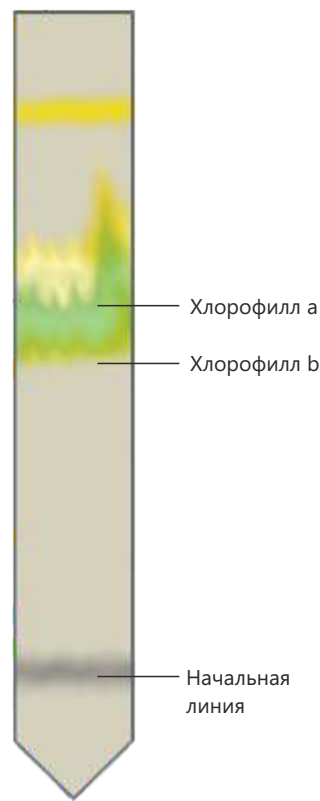
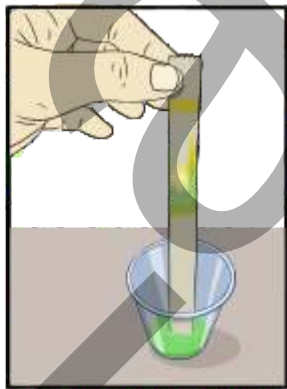
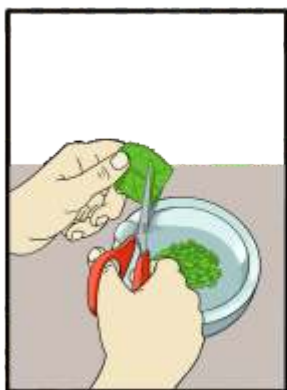
Фотосинтез – это не одна реакция, а сложный цепной процесс, состоящий из нескольких стадий. Хлорофилл, расположенный на мембранах тилакоидов, поглощает солнечную энергию, и эта энергия превращается в химическую. На следующем этапе эта энергия используется в строме для образования органических веществ.

### Определение хлорофилла в листьях методом хроматографии

**Принадлежности:** зелёные листья (шпинат), спирт или ацетон, ступка с пестиком, фильтровальная бумага, пробирка или стеклянный сосуд, карандаш.

**Ход работы:**

1. Мелко нарежьте зелёные листья и разотрите их в ступке.
2. К измельчённым листьям добавьте небольшое количество спирта (или ацетона) и перемешайте.
3. Полученный зелёный раствор перелейте в стеклянный сосуд.
4. На фильтровальной бумаге карандашом проведите прямую линию примерно на 2 см выше её нижнего края.
5. Поместите фильтровальную бумагу в раствор так, чтобы проведённая линия находилась не в растворе, а над его поверхностью.
6. Через некоторое время вы будете наблюдать, как по бумаге вверх перемещаются полосы различных цветов.
7. Пигмент хлорофилл по цвету и способности поглощать свет подразделяется на хлорофилл **a** и хлорофилл **b**.



**Обсудите:**

1. Что показывают разноцветные полосы, которые вы наблюдали на фильтровальной бумаге?
2. Каким образом этот опыт доказывает, что в листьях содержатся не только зелёные, но и другие пигменты?

В процессе фотосинтеза из веществ с низким содержанием энергии— углекислого газа и воды – образуются высокоэнергетические органические вещества.

Накопление и распределение органических веществ в органах растения является физиологически последовательным и целенаправленным процессом. Фотосинтез в основном происходит в клетках мезофилла листа. Часть образующейся глюкозы сразу используется в клеточном дыхании, а другая часть превращается в крахмал и временно запасается в клетках листа.

Большая часть продуктов фотосинтеза транспортируется в другие органы растения по трубкам флоэмы. Эти вещества накапливаются в корнях, стеблях, листьях, плодах и семенах в зависимости от вида растения и его потребностей. Таким образом, накопление продуктов фотосинтеза в различных органах является важным биологическим механизмом, обеспечивающим не только энергетические потребности растения, но и его рост, размножение и способность приспосабливаться к неблагоприятным условиям.

Способность к фотосинтезу характерна не только для зелёных растений.

Некоторые одноклеточные организмы, такие как цианобактерии, хлорелла, хламидомонада и зелёная эвглена, также используют солнечную энергию для образования органических веществ. Эти организмы играют важную роль в обогащении планеты кислородом и формировании пищевых цепей.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Сокращение зелёных насаждений является одним из факторов, вызывающих увеличение содержания углекислого газа в атмосфере. Как вы думаете, какую опасность для жизни человека представляет это изменение?

### Примените полученные знания

*Проанализируйте представленную ситуацию.*

Чтобы определить роль света и углекислого газа в фотосинтезе, ученики поместили буквами *A* и *B* два листа комнатного растения в горшке, которое предварительно держали в темноте в течение двух суток. Лист *A* поместили в стеклянный сосуд, внутри которого находился КОН, и плотно закрыли его. Часть листа *B* накрыли алюминиевой фольгой. Растение оставили на двое суток на свету.

Затем ученики сорвали листья *A* и *B* с растения и на 2 минуты поместили их в кипящую воду. После этого листья перенесли в сосуд со спиртом и нагревали на водяной бане до обесцвечивания.

Обесцвеченные листья снова поместили в горячую воду, чтобы размягчить их, затем каждый лист отдельно положили в чашку Петри и добавили сверху 1–2 капли раствора йода.

Часть листа *B*, которая была оставлена на свету, под действием раствора йода приобрела синевато-фиолетовую окраску.



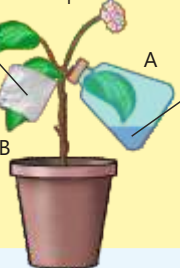


На участке, покрытом фольгой, изменения цвета не произошло. Кроме того, лист А не приобрёл сине-фиолетовую окраску.

Чтобы растение израсходовало имеющийся в его листьях крахмал, его выдерживают в темноте в течение двух суток.



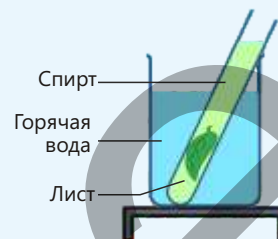
Алюминиевая фольга



КОН  
(гидроксид калия – неорганическое соединение с химической формулой КОН. Также его называют едким калием, каустическим поташом или калиевой щёлочью.)

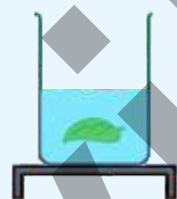


а) Лист примерно на 2 минуты помещают в кипящую воду, чтобы остановить деятельность ферментов в клетках и ослабить клеточную стенку.

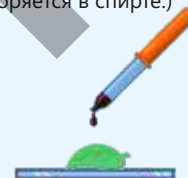


б) Лист помещают в спирт, находящийся на горячей водяной бане, и нагревают до обесцвечивания.

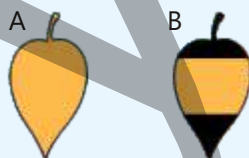
(Примечание: хлорофилл растворяется в спирте.)



в) Обесцвеченный лист на короткое время помещают в горячую воду, чтобы он размягчился.



д) Лист кладут на белую поверхность (в чашку Петри) и капают на него раствор йода.



**Обсудите:**

- Почему после добавления раствора йода лист А не приобрёл сине-фиолетовую окраску?
- Как можно объяснить различия в окраске между покрытой фольгой и непокрытой частями листа В?
- На основании результатов этого опыта какие факторы являются необходимыми для протекания фотосинтеза?

### Проверьте полученные знания

1. Какие вещества растения используют в процессе фотосинтеза?
2. Какова роль пигмента хлорофилла в фотосинтезе?
3. В каких органах растений накапливаются органические вещества, образующиеся в результате фотосинтеза?
4. Как части растения, не способные к фотосинтезу, например корни и клубни, получают органические вещества?
5. У каких организмов, кроме растений, происходит процесс фотосинтеза?
6. Если на Земле прекратится процесс фотосинтеза, то какими будут последствия? Обоснуйте своё мнение.

## 5.2 Факторы, влияющие на скорость фотосинтеза

Один и тот же вид растения на солнечном участке развивается быстро, тогда как в тени растёт слабо. У некоторых растений листья крупные и тонкие, у других — маленькие и толстые. Эти различия влияют на более эффективное использование света растениями и на продуктивность фотосинтеза.



- Как вы думаете, от каких факторов зависит скорость фотосинтеза?
- Как особенности строения листа повышают эффективность фотосинтеза?

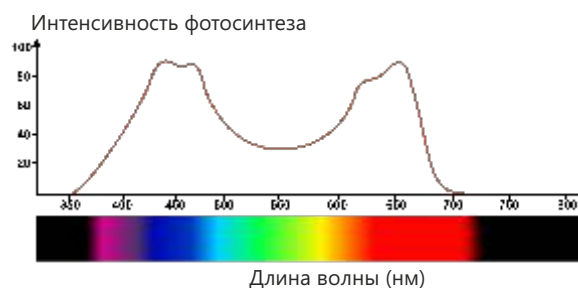
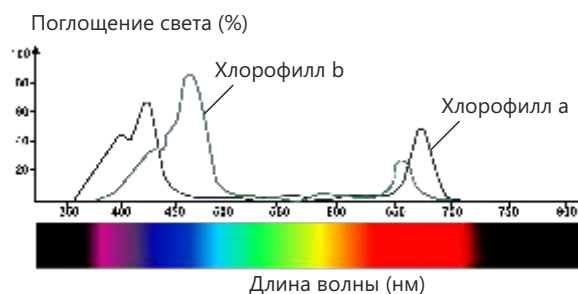
Фотосинтез не является процессом, протекающим с постоянной скоростью. На процесс фотосинтеза непосредственно влияют внешние факторы – интенсивность и длина волны света, температура, концентрация углекислого газа, количество воды и минеральных веществ, а также внутренние факторы, такие как особенности строения органов растения, в которых происходит фотосинтез, в особенности листа. Если какого-либо из этих факторов недостаточно, он начинает играть ограничивающую роль, и в результате скорость фотосинтеза снижается.

**Ключевые слова** скорость фотосинтеза, интенсивность света, длина световой волны, температура, концентрация углекислого газа

### Интенсивность света и длина волны

Для протекания фотосинтеза свет является одним из основных условий. По мере увеличения интенсивности света скорость фотосинтеза также возрастает. Однако это увеличение продолжается лишь до определённого предела, после чего скорость остаётся постоянной. Это связано с тем, что другие факторы, например концентрация углекислого газа или температура, начинают ограничивать процесс фотосинтеза.

Скорость фотосинтеза зависит не только от интенсивности света, но и от длины его волны. Это связано с тем, что пигмент хлорофилл по-разному поглощает свет с различной длиной волны. Скорость фотосинтеза наиболее высокая при красном и фиолетовом свете, а при зелёном – самая низкая. Причина в том, что растения отражают большую часть зелёного света и поглощают лишь небольшую его часть. Поэтому большинство растений мы видим зелёными.



**Влияние цвета света на скорость фотосинтеза**

**Принадлежности:** растение элодеи, несколько стаканов, наполненных водой, цветные плёнки или целлофан (красный, синий, зелёный), источник света (лампа или солнечный свет).

**Ход работы:**

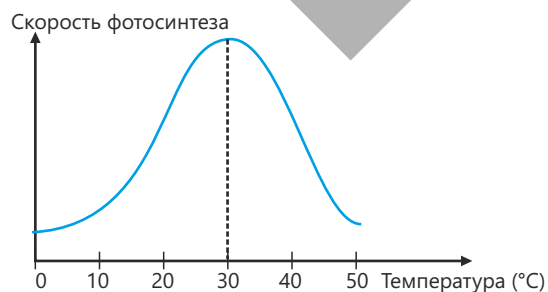
1. Поместите растения элодеи в стаканы, наполненные водой.
2. Накройте стаканы плёнками разных цветов.
3. Расположите стаканы на одинаковом расстоянии от источника света.
4. В течение некоторого времени наблюдайте за пузырьками кислорода, выделяющимися из растений.
5. Сравните число пузырьков, наблюдаемых при каждом цвете света.

**Обсудите:**

1. Под плёнкой какого цвета в стакане фотосинтез происходил наиболее интенсивно?
2. Если комнатные растения держать только при зелёном свете, как изменится их развитие? Почему?
3. Как вы думаете, почему при выращивании растений в теплицах учитывают цвет света?

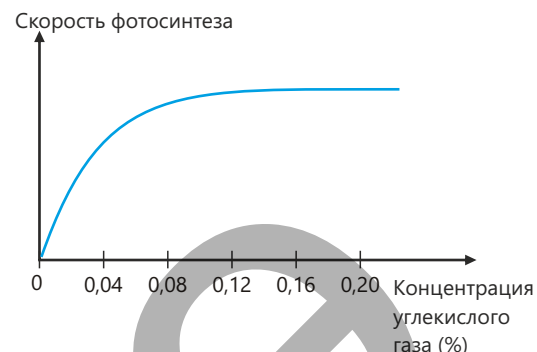
**Температура**

Температура также является одним из факторов, влияющих на скорость фотосинтеза. Как и все другие биохимические и биологические процессы, происходящие в клетке, фотосинтез протекает в определённом оптимальном температурном диапазоне. Установлено, что в определённом интервале температур скорость фотосинтеза повышается. Однако при высокой температуре ферменты, участвующие в фотосинтезе, теряют свою естественную структуру и свойства, поэтому скорость фотосинтеза постепенно замедляется.



### Концентрация углекислого газа

Углекислый газ является основным сырьём для синтеза органических веществ в процессе фотосинтеза. По мере увеличения его концентрации скорость фотосинтеза возрастает до определённого предела, поскольку растение использует больше углекислого газа. Однако после превышения оптимального уровня концентрации скорость фотосинтеза уже не увеличивается и остаётся постоянной.



- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

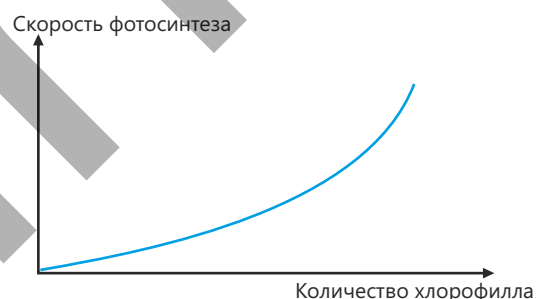
Как вы думаете, почему в пасмурную погоду процесс фотосинтеза, хотя и ослабевает, но не прекращается полностью?

### Особенности строения листа

Скорость фотосинтеза тесно связана с такими особенностями строения, как количество хлорофилла, число хлоропластов и устьиц, а также толщина эпидермиса и кутикулы.

Крупные и тонкие листья получают больше света. Большая площадь поверхности листа благоприятна для фотосинтеза. Большое число устьиц облегчает поступление углекислого газа в лист.

У большинства организмов, способных к фотосинтезу, присутствует пигмент хлорофилл. Количество хлорофилла напрямую влияет на скорость фотосинтеза. В оптимальных условиях чем больше хлорофилла, тем сильнее поглощается световая энергия, что приводит к увеличению скорости фотосинтеза.



### Значение повышения скорости фотосинтеза

Повышение скорости фотосинтеза приводит к увеличению урожайности в сельском хозяйстве. С этой целью в теплицах повышают концентрацию углекислого газа и с помощью искусственного освещения создают для растений оптимальные условия.

Поскольку в теплицах растения размещены достаточно плотно, углекислый газ в воздухе быстро уменьшается, что ограничивает скорость фотосинтеза. Поэтому при выращивании некоторых растений теплицы обогащают углекислым газом.

Благодаря искусственному освещению теплиц, оснащённых современными технологиями, можно получать высокий урожай в любое время года. Одной из основных причин

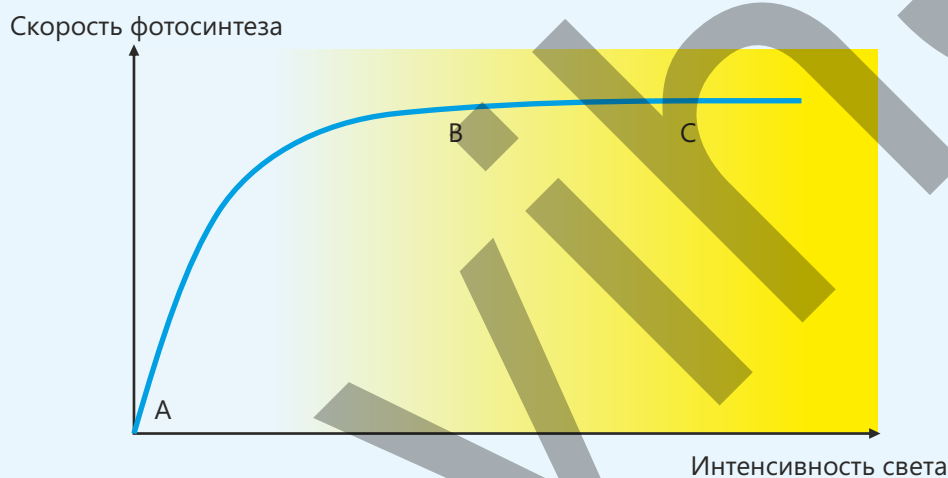


этого является возможность регулировать интенсивность, длину волны и продолжительность освещения.

Например, освещение фиолетовым и красным светом ускоряет фотосинтез и повышает урожайность. Потребность в освещении подбирается в зависимости от вида растения.

### Примените полученные знания

Рассмотрите график, демонстрирующий влияние интенсивности света на скорость фотосинтеза.



**Обсудите:**

- Можно ли считать свет ограничивающим фактором для фотосинтеза на участке А–В графика? Почему?
- Как вы объясните, что несмотря на увеличение интенсивности света на участке В–С, скорость фотосинтеза не изменяется?
- Как изменится скорость фотосинтеза, если на участке В–С температура будет низкой? Обоснуйте свой ответ.

### Проверьте ваши знания

1. Как группируются факторы, влияющие на скорость фотосинтеза, и какие примеры можно привести для каждой группы?
2. Почему скорость фотосинтеза высока при красном и фиолетовом свете, а при зелёном – низкая?
3. По какой причине при высокой температуре снижается скорость фотосинтеза?
4. Какая зависимость существует между концентрацией углекислого газа и скоростью фотосинтеза?
5. Объясните влияние анатомического строения листа на скорость фотосинтеза.

## 5.3 Дыхание и энергетический обмен

Когда человек быстро движется или бежит, он быстро устаёт. В это время возрастает частота дыхательных движений и сердечных сокращений. Если человек долгое время не принимает пищу, он чувствует слабость и бессилие. Это указывает на то, что для различных процессов, протекающих в организме, необходима энергия.



- Как вы думаете, почему во время физической активности организм расходует больше энергии?
- Почему при длительном отсутствии приёма пищи организм ослабевает?

Для выполнения своих функций живые клетки постоянно нуждаются в энергии. Эта энергия хранится в химических связях органических молекул, входящих в состав питательных веществ.

Ключевые слова

митохондрия, криста, матрикс, аденозинтрифосфат, аэробное дыхание, аденозиндифосфат

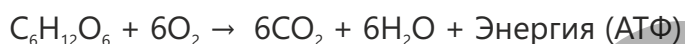
В процессе клеточного дыхания органические вещества с участием ферментов поэтапно расщепляются, и при этом выделяется энергия. Этот процесс протекает в две стадии – бескислородной и кислородной. Бескислородная стадия, в которой кислород не участвует, происходит в цитоплазме клетки. У организмов, живущих в бескислородной среде, обеспечение энергией осуществляется именно за счет этой стадии.

У эукариотических организмов кислородная стадия происходит в **митохондриях**, и на этом этапе обязательно участвует кислород. Митохондрия – клеточная органелла с двумембранным строением. Её внешняя мембрана гладкая, а внутренняя – складчатая. Эти складки называются **кристами**, а внутренняя жидкая среда – **матриksom**. В матриксе находятся рибосомы, нуклеиновые кислоты и различные органические соединения.



Основная функция митохондрий – синтез **аденозинтрифосфата (АТФ)**, который является универсальным источником энергии клетки. Поэтому митохондрии часто называют “энергетическими станциями” клетки.

Процесс дыхания, протекающий с участием кислорода, называется **аэробным дыханием**.



Данное уравнение отражает общую реакцию аэробного дыхания. Глюкоза поэтапно расщепляется, в результате чего образуются углекислый газ и вода. При этом основная часть выделяющейся энергии запасается в молекулах АТФ, а часть выделяется в виде тепла. АТФ синтезируется внутри клетки и, поскольку не транспортируется между клетками, используется только в той клетке, в которой была синтезирована.

Деятельность

### Выделение тепла при прорастании семян

Ниже продемонстрирован опыт, проведённый в двух одинаковых стеклянных сосудах, а также результаты, полученные в ходе этого опыта.

В сосуд *A* были помещены предварительно прокипячённые и охлаждённые семена фасоли, а в сосуд *B* – прорастающие семена фасоли. Через некоторое время изменение температуры в обоих сосудах было измерено с помощью термометра.

#### Ход работы:

1. Внимательно рассмотрите таблицу и рисунок.
2. На основе таблицы сравните изменение температуры в сосудах *A* и *B*.
3. Объясните причину того, что в сосуде *A* температура оставалась постоянной.
4. Почему в сосуде *B* температура постепенно повышалась? Обоснуйте своё мнение

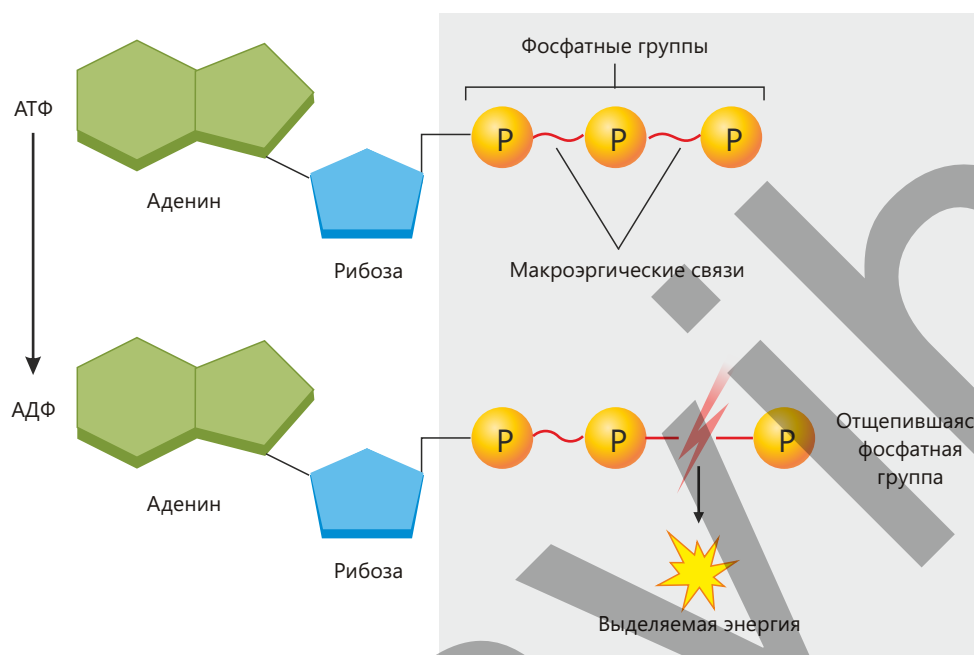
Время (часы)	Сосуд <i>A</i> температура(°C)	Сосуд <i>B</i> температура (°C)
0	13	13
12	13	18
24	13	23
36	13	27
48	13	29
60	13	31
72	13	33



#### Обсудите:

1. Какой биологический процесс доказывает данный опыт? Обоснуйте свой ответ.
2. Почему температура повысилась только в сосуде с прорастающими семенами?

По своему химическому строению АТФ является нуклеотидом. Молекула состоит из азотистого основания (аденина), пятиуглеродного углевода (рибозы) и трёх фосфатных групп. При разрыве одной из высокоэнергетических макроэргических связей между фосфатными группами выделяется энергия, и АТФ превращается в **аденозиндифосфат (АДФ)**.



АТФ не накапливается в клетке надолго, поскольку при возникновении потребности сразу используется и вновь синтезируется. Превращение АТФ  $\rightleftharpoons$  АДФ происходит в клетке непрерывно.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

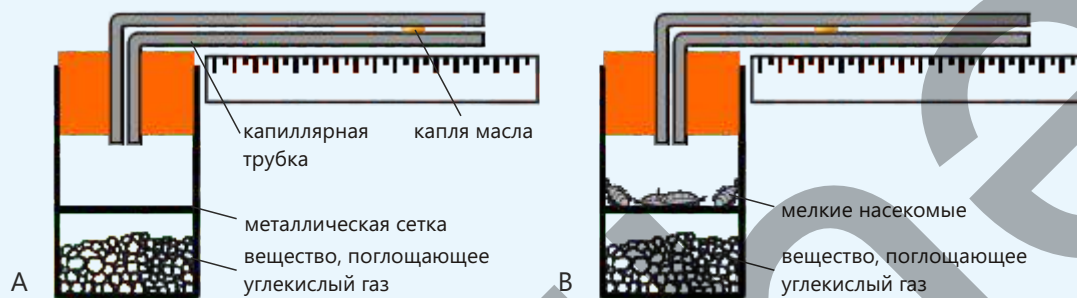
Как вы думаете, в каких клетках число митохондрий больше? Обоснуйте своё мнение.

### Энергетический обмен

Живые организмы постоянно получают, преобразуют и используют энергию, часть которой выделяется в виде тепла. Эта энергия расходуется на такие жизненно важные процессы, как сокращение мышц, синтез белков, деление клеток, активный транспорт веществ через клеточную мембрану, передача нервных импульсов, рост и поддержание постоянной температуры тела. Эти процессы свидетельствуют о том, что в клетке непрерывно происходит энергетический обмен.

### Примените полученные знания

1. Ниже представлена схема опыта, демонстрирующего использование кислорода в процессе дыхания. В сосуде *A* в опыте живых организмов нет, а в сосуде *B* находятся насекомые. В обоих сосудах содержится вещество, поглощающее углекислый газ. В ходе опыта сосуд *A*, в котором никаких изменений не происходит, используется как контрольный. К обоим сосудам присоединена капиллярная трубка с каплей масла внутри.

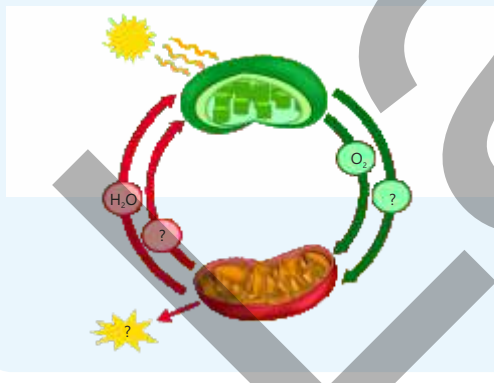


**Обсудите:**

- Как вы думаете, что является причиной перемещения капли масла в капиллярной трубке, прикреплённой к сосуду с насекомыми?
- Почему в опыте используется вещество, поглощающее углекислый газ?
- Если бы в опыте вместо мелких насекомых использовали прорастающие семена, наблюдалось бы перемещение капли масла? Обоснуйте своё мнение.

2. На рисунке показана взаимосвязь между процессами фотосинтеза и дыхания. Сравните эти процессы и заполните таблицу.

Органелла	Протекающие процессы	Используемые вещества	Синтезируемые вещества
Хлоропласт			
Митохондрия			



**Обсудите:**

- Как вы думаете, почему процессы фотосинтеза и дыхания тесно связаны между собой?
- Как процесс дыхания влияет на круговорот веществ и энергии? Обоснуйте своё мнение.

### Проверьте полученные знания

1. В каких жизненно важных процессах используется энергия в живых организмах?
2. Объясните роль митохондрий в энергетическом обеспечении клетки.
3. Какие конечные продукты образуются согласно общему химическому уравнению аэробного дыхания?
4. Перечислите части, составляющие структуру АТФ.
5. Каково значение тепловой энергии, выделяющейся в процессе клеточного дыхания, для организма?

## 5.4 Анаэробное дыхание

Некоторые бактерии, живущие в толстом кишечнике человека, участвуют как в расщеплении целлюлозы, содержащейся в растительной пище, так и в синтезе витаминов К и группы В.

Вызывает интерес то, как эти бактерии продолжают свою жизнедеятельность и получают энергию в этой среде, где практически отсутствует кислород.



• Как вы думаете, каким образом эти бактерии способны получать энергию в отсутствии кислорода?

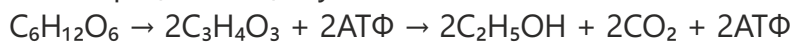
**Анаэробное дыхание** – это бескислородное расщепление органических веществ в клетках. В ходе этого процесса глюкоза расщепляется в цитоплазме с участием ферментов, при этом выделяется энергия.

В процессе **гликолиза**, который является основной стадией анаэробного дыхания, кислород не участвует. Во время гликолиза при расщеплении одной молекулы глюкозы образуются две молекулы пировиноградной кислоты ( $C_3H_4O_3$ ) и две молекулы АТФ.



При отсутствии или недостатке кислорода многие клетки сначала расщепляют глюкозу путём гликолиза и синтезируют АТФ. Затем может происходить процесс **брожения**. У различных организмов в основном наблюдаются **спиртовое** и **молочнокислое брожение**.

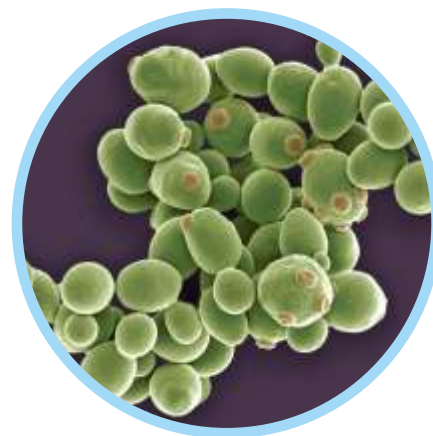
Спиртовое брожение происходит главным образом в одноклеточных дрожжевых грибах и в некоторых клетках растений. Пировиноградная кислота, образующаяся в результате гликолиза, во время спиртового брожения превращается в этиловый спирт ( $C_2H_5OH$ ) и углекислый газ.



Спиртовое брожение продолжается до тех пор, пока в среде имеется глюкоза и сохраняются подходящие условия.

Ключевые слова

анаэробное дыхание, гликолиз, спиртовое брожение, молочнокислое брожение



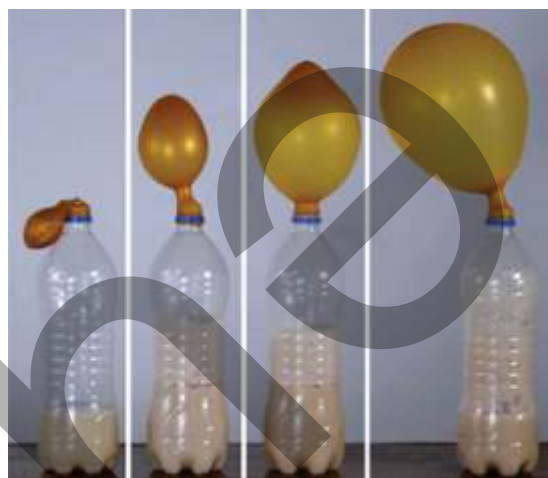
Одноклеточные дрожжевые грибы

**Анаэробное дыхание в клетках дрожжей**

**Принадлежности:** сухие дрожжи, сахарный песок, тёплая вода (примерно 35–40 °С), 2 пластиковые бутылки объёмом 1,5 л, столовая ложка, воронка, резиновый шарик.

**Ход работы:**

1. В каждую пластиковую бутылку налейте по 1 стакану тёплой воды.
2. В одну из бутылок добавьте 1 столовую ложку дрожжей и слегка перемешайте.
3. В другую бутылку добавьте 1 столовую ложку дрожжей и такое же количество сахара, затем слегка перемешайте.
4. Наденьте на горлышко каждой бутылки резиновый шарик и плотно закрепите.
5. Оставьте бутылки примерно на 10–15 минут в тёплом месте.
6. Наблюдайте за изменениями размера резиновых шариков и процессами, происходящими внутри пластиковых бутылок.

**Обсудите:**

1. Какова роль сахара в данном опыте?
2. Какие условия вызывают анаэробное дыхание клеток дрожжей? Обоснуйте свой ответ, основываясь на результатах опыта.
3. Как вы думаете, как изменился бы результат опыта, если бы вместо тёплой воды использовали горячую? Обоснуйте своё мнение.

Молочнокислое брожение происходит в мышечных клетках человека и животных, а также у некоторых бактерий.

В состоянии покоя мышечные клетки обеспечиваются кислородом через кровь. В это время в клетках происходит аэробное дыхание. Однако при сильной физической нагрузке мышцы расходуют больше энергии. При недостатке кислорода в мышечных клетках аэробное дыхание не может протекать полностью, поэтому клетки обеспечивают свои энергетические потребности анаэробным путём – посредством молочнокислого брожения. При этом пировиноградная кислота превращается в молочную кислоту ( $C_3H_6O_3$ ).



В результате накопления молочной кислоты в мышечной ткани сокращение мышечных волокон ослабевает, и в мышцах возникает чувство усталости. Образующаяся в мышечных клетках молочная кислота поступает в кровь и транспортируется в печень, где вновь превращается в пировиноградную кислоту.

Часть пировиноградной кислоты превращается в глюкозу, а другая часть в присутствии кислорода расщепляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , при этом выделяется энергия. Для расщепления молочной кислоты, накопившейся при анаэробном дыхании, и восстановления нормального состояния требуется дополнительный кислород. После интенсивной физической нагрузки дыхание учащается, увеличивается частота сердечных сокращений, и организм, расщепляя молочную кислоту, восполняет дополнительную потребность в кислороде.

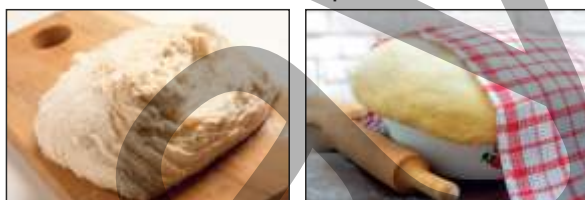
Если перед спортивными занятиями не выполнять разминочные упражнения, могут возникнуть мышечные судороги.



- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Можно ли утверждать, что процесс гликолиза происходит во всех живых клетках человека? Обоснуйте своё мнение.

Продукты, получаемые в результате спиртового и молочнокислого брожения, занимают важное место в пищевой промышленности.



Спиртовое брожение широко используется в хлебопечении и при получении этилового спирта.



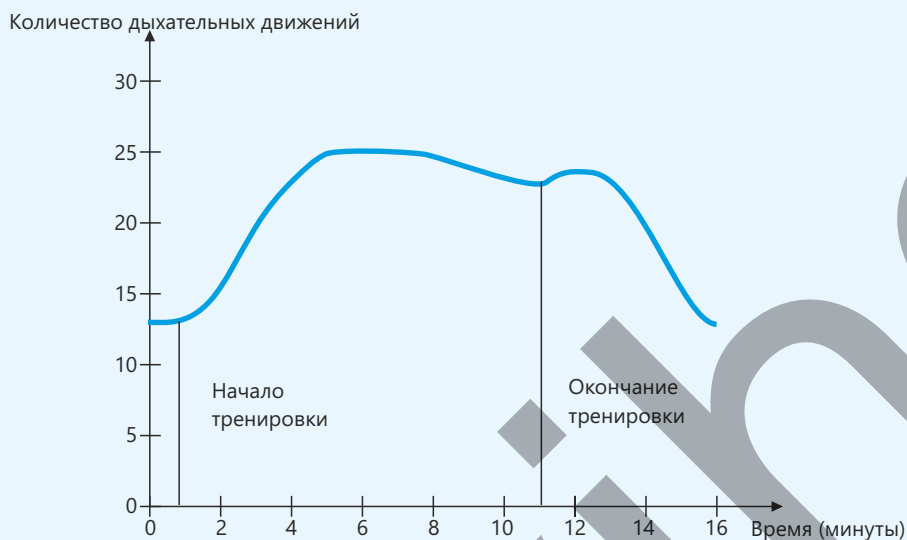
Молочнокислое брожение играет важную роль в производстве йогурта и сыра, а также при приготовлении квашеных продуктов, таких как капуста и огурцы.



Молочнокислые бактерии

### Примените полученные знания

На представленном графике показано, как изменяется число дыхательных движений во время физической нагрузки и после неё.



Ответьте на вопросы, опираясь на график.

- Почему во время тренировки мышцы не получают достаточного количества кислорода?
- Каким образом в этих условиях клетки обеспечивают свои энергетические потребности?

**Обсудите:**

- Каково значение анаэробного дыхания для организма во время физической нагрузки?
- Почему после окончания тренировки частота дыхательных движений не сразу возвращается к норме?

### Проверьте полученные знания

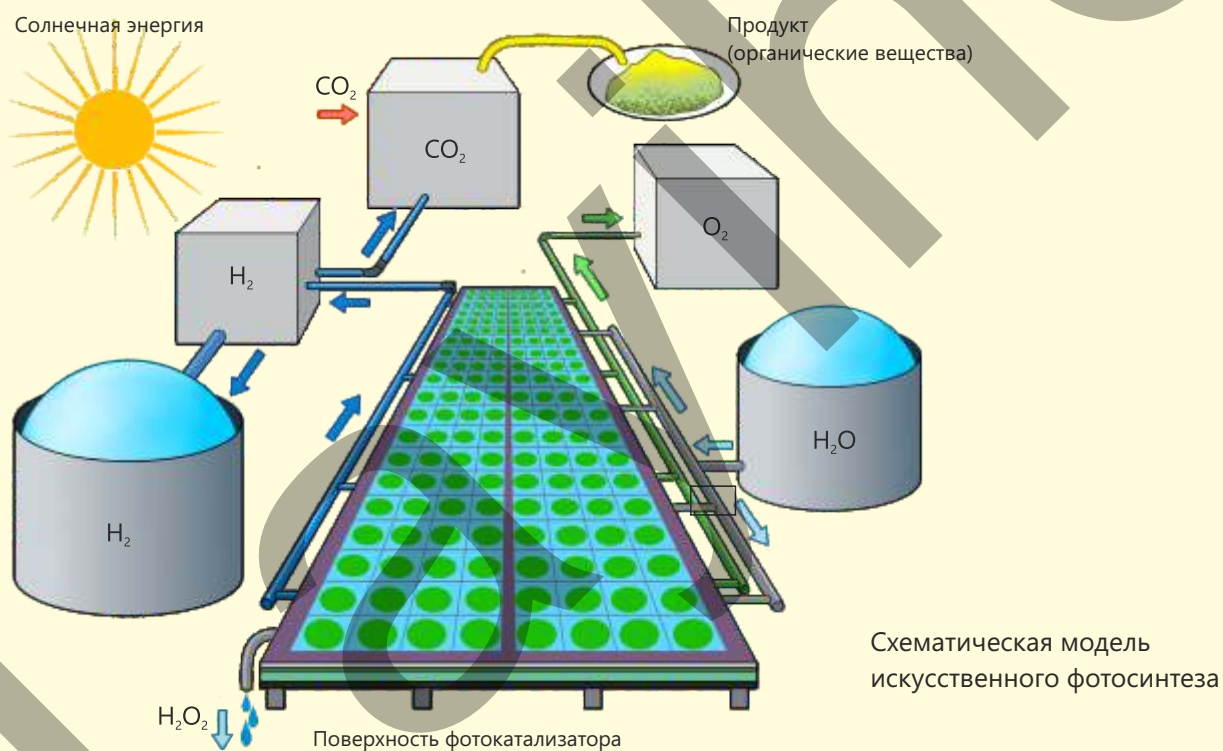
- По каким особенностям анаэробное дыхание отличается от аэробного?
- В каких клетках человека происходит анаэробное дыхание?
- Сколько молекул АТФ образуется при расщеплении одной молекулы глюкозы в процессе гликолиза?
- Установите сходства и различия спиртового и молочнокислого брожения.
- Объясните в каких областях применяется молочнокислое брожение в повседневной жизни, приведите примеры.

## Искусственный фотосинтез

Искусственный фотосинтез – это современный технологический подход, имитирующий принципы процесса фотосинтеза и преобразующий солнечную энергию в химическую. Основной целью этого подхода является уменьшение количества углекислого газа в атмосфере и получение альтернативных источников энергии.

В процессе искусственного фотосинтеза выделяют два основных направления:

- получение водорода и кислорода в результате фотокаталитического расщепления воды;
- синтез органических веществ в результате восстановления углекислого газа.



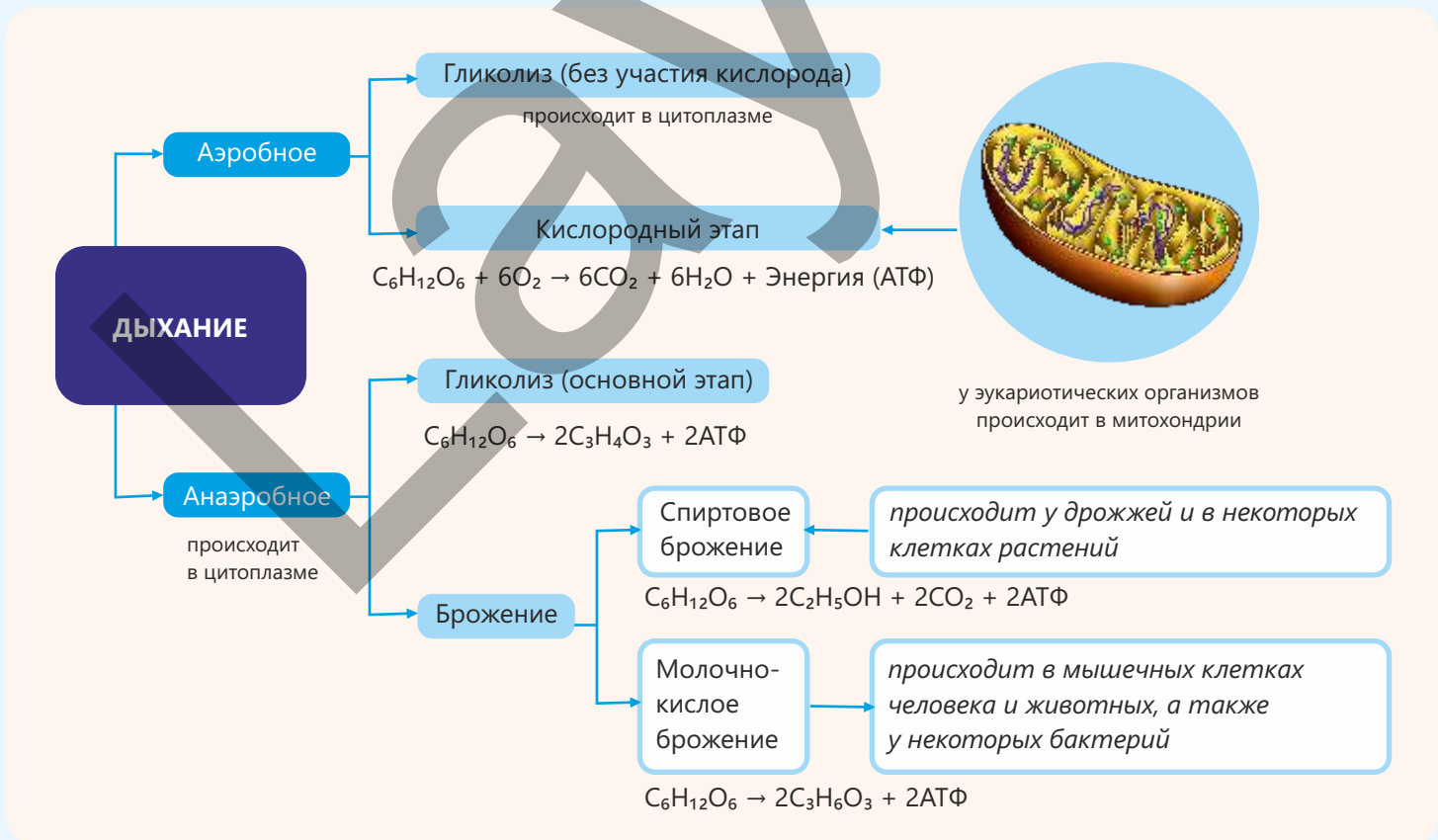
Схематическая модель искусственного фотосинтеза

Искусственный фотосинтез является реальной областью исследований, однако в настоящее время он не применяется в широком промышленном масштабе. Основными причинами этого являются высокая стоимость используемых материалов и устройств, низкая эффективность реакций и сложность разделения получаемых продуктов.

Фотосинтез, происходящий в природе, превосходит созданные человеком технологии по эффективности, дешевизне и доступности. Фотосинтезирующие организмы уже миллиарды лет непрерывно и оптимально осуществляют этот процесс.

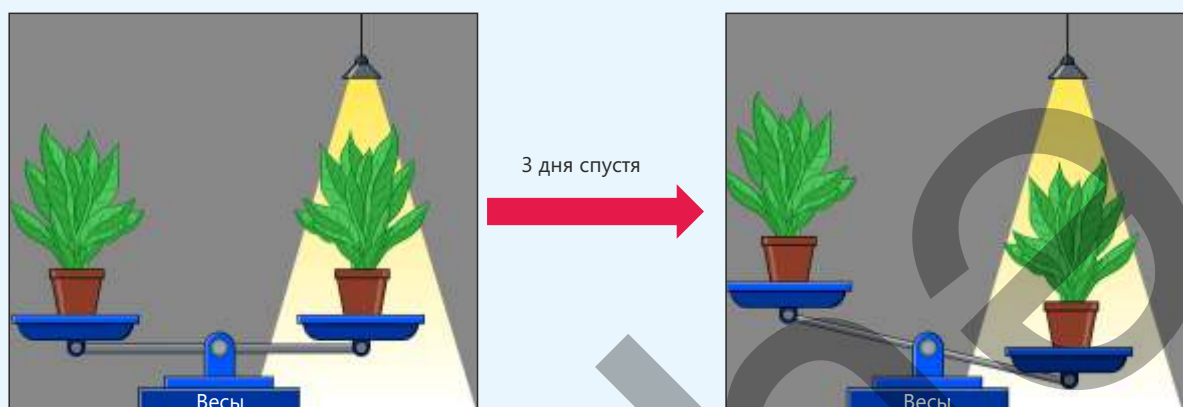
Тем не менее исследования в этой области продолжаются. Предполагается, что в будущем искусственный фотосинтез может сыграть важную роль в решении как энергетического кризиса, так и проблемы изменения климата.

# Заключение



## Обобщающие задания

1. Два растения одного и того же вида и одинаковой массы были помещены в разные условия: одно – в освещённое место, другое – в тёмное. Почему через три дня при взвешивании отмечается разница в их массе? Какова основная причина этого?



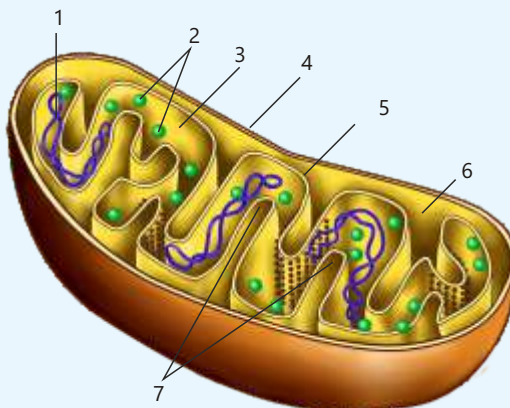
2. Дрожжевые грибы в бескислородных условиях расщепляют глюкозу, получая энергию, при этом выделяется углекислый газ. В таблице приведены результаты опытов, проведённых при различных концентрациях глюкозы:

Концентрация глюкозы (в %)	Количество пузырьков $\text{CO}_2$ , выделившихся в течение 5 минут
2	18
5	35
7	28
10	20

- а) На основе таблицы определите, при какой концентрации глюкозы анаэробное дыхание протекало с самой низкой и с самой высокой скоростью.
- б) Спрогнозируйте, как изменилось бы выделение  $\text{CO}_2$ , если бы опыт проводился при концентрации глюкозы 15%, и объясните причину этого.

3. На основе рисунка митохондрии выберите неверные утверждения.

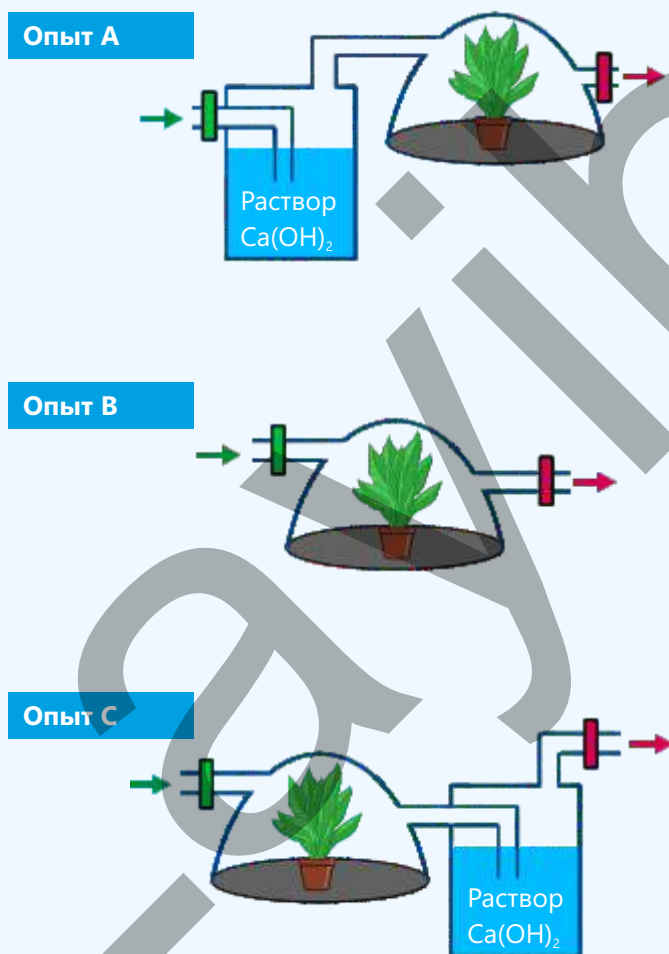
- 1 – нуклеиновая кислота
- 2 – рибосомы
- 3 – строма
- 4 – внешняя мембрана
- 5 – внутренняя мембрана
- 6 – межмембранная полость
- 7 – тилакоиды



4. Какие соединения образуются как в результате спиртового брожения, так и в результате молочнокислого брожения?

5. В опытах, проводимых на свету, поступление и выход воздуха обеспечивались только в одном направлении с помощью специальных клапанов.

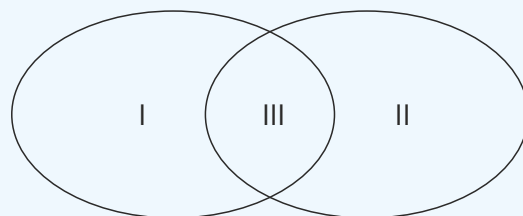
- Определите цель этих опытов.
- В каком опыте скорость фотосинтеза будет наименьшей? Обоснуйте свой ответ.
- Как изменятся полученные результаты, если аналогичные опыты провести в условиях отсутствия света?



6. Установите соответствие

- может происходить в эукариотических организмах
- синтезируется АТФ
- не происходит в митохондриях
- конечными продуктами являются углекислый газ и вода
- представляет собой бескислородное расщепление органических веществ в клетках

Аэробное дыхание Анаэробное дыхание



раздел  
6

# Наследственность и клеточное деление

Каждое живое существо воспроизводит потомство, подобное себе. Но почему ребёнок человека похож на человека, а проросток, появившийся из семени дуба, вырастет и снова становится дубом? Ответы на эти вопросы лежат в исследованиях генетики и цитологии — одних из важнейших разделов биологии.

Наследственность — это передача признаков и свойств живых организмов из поколения в поколение. Основным носителем этой "биологической программы" являются нуклеиновые кислоты. ДНК — это своего рода книга наследственной памяти клетки. ДНК в клетке не существует в свободном состоянии, а, связываясь со специальными белками, формирует сложные структуры.



- Набор хромосом большинства животных, высших растений и человека является диплоидным ( $2n$ ). На клеточном уровне постоянство числа хромосом обеспечивается за счет митоза, а на уровне организма — мейоза.
- 1. Как, по-вашему, сохраняется наследственная информация?  
2. Как возникают различия у организмов одного и того же вида?  
3. Могут ли нарушения в носителях наследственной информации повлиять на функционирование организма в целом?

## Из раздела вы узнаете

- Наследственность — это способность живых организмов передавать свои признаки и свойства следующим поколениям
- Наследственная информация хранится в нуклеиновых кислотах — органических молекулах клетки
- Хромосомы состоят из молекулы ДНК, соединенных с белками
- Каждый организм имеет свой собственный кариотип
- У ряда организмов размножение, рост, развитие и восстановление повреждённых тканей происходят за счёт митотического деления
- Гаплоидный ( $n$ ) набор хромосом гамет и спор обеспечивается за счет мейотического деления
- Случайное соединение гамет приводит к генетическому разнообразию
- У растений жизненный цикл завершается чередованием поколений спорофита и гаметофита
- Стволовые клетки, делясь митозом, способны давать начало различным типам специализированных клеток

## 6.1 Наследственность и её материальные основы

Наследственность – одно из важнейших биологических свойств живых организмов. Это понятие отражает передачу признаков, полученных от родителей, из поколения в поколение. Благодаря наследственности организмы похожи на своих родителей.



- Как, по-вашему, хранится наследственная информация?
- Каким образом эта информация передаётся из поколения в поколение?

**Ключевые слова** наследственность, ген, ДНК, хромосома, кариотип, диплоид, гаплоид

Деятельность

### Экстракция ДНК

**Принадлежности:** 2 стакана по 250 мл, пробирка, воронка, пипетка, фильтровальная бумага, нож, водяная баня, моющее средство, поваренная соль, 95%-ный этиловый спирт (предварительно охлаждённый в морозильной камере), тёплая вода, банан.

### Ход работы:

1. Налейте в стакан 100 мл воды, 10 мл моющего средства, добавьте 3 г соли и перемешайте.
2. Разомните разрезанный на кусочки банан.
3. Поместите полученную массу в приготовленный раствор.
4. Подержите раствор 15 минут при температуре 60 °С на водяной бане.
5. Профильтруйте раствор через фильтровальную бумагу.
6. Осторожно по стенке стакана прилейте 9 мл этилового спирта к отфильтрованному раствору.
7. Через несколько минут на слое спирта вы увидите волокнистую мутную массу. Это ДНК банана.

Этанол

### Обсудите:

1. Как вы считаете, какую роль играет моющее средство в данном опыте?
2. Что произойдёт, если смесь раствора с измельчённым бананом выдержать на водяной бане при температуре 100 °С?
3. Какова роль “холодного этанола”, добавляемого в конце опыта, и можно ли было бы увидеть ДНК без использования этанола?

**Внимание! Не размешивать!**

Изучение наследственности дает возможность понять, как развиваются живые организмы, в чём проявляется их сходство и в каких случаях возникают различия.

Наследственность не только сохраняет основные признаки вида, но и способствует возникновению разнообразия.

Основными носителями наследственной информации являются **гены**. Совокупность всей генетической информации, необходимой для жизни и развития организма, закодирована в основном в молекуле ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) и определяет строение, функции и наследственные особенности организма. Гены располагаются в определённых участках молекулы ДНК.

Молекула ДНК, мономером которой является нуклеотид, представляет собой две длинные полинуклеотидные цепи, закрученные вокруг общей оси. Эта двойная спираль имеет диаметр около 2 нм.

Трёхмерная структура ДНК была открыта в 1953 году в Кембридже Дж. Уотсоном и Ф. Криком на основе экспериментальных данных М. Уилкинса и Р. Франклин. За это научное открытие Дж. Уотсон и Ф. Крик были удостоены Нобелевской премии.

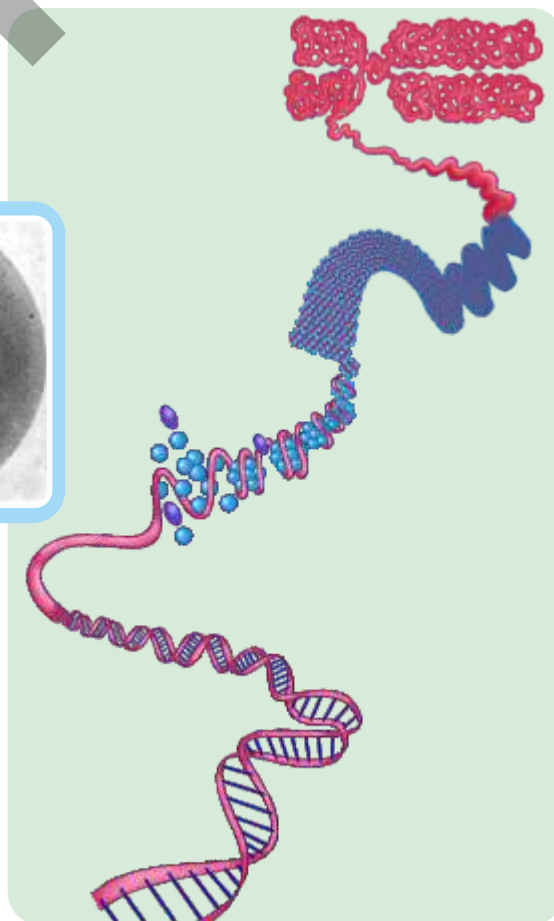
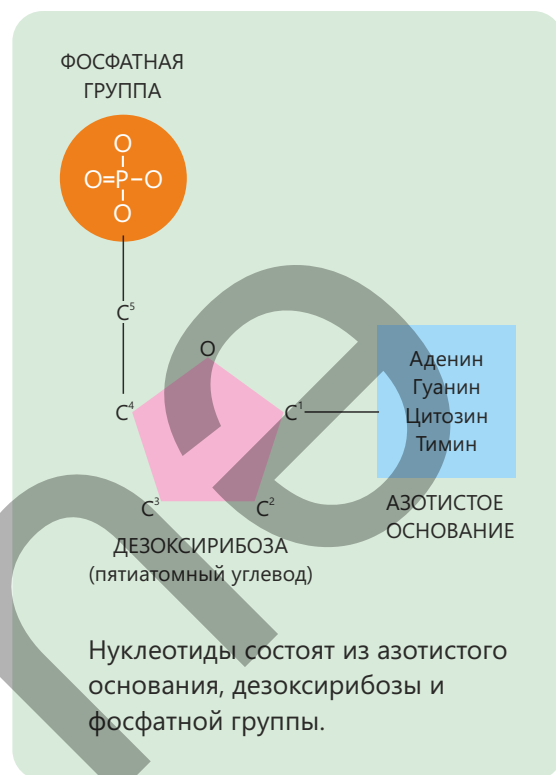


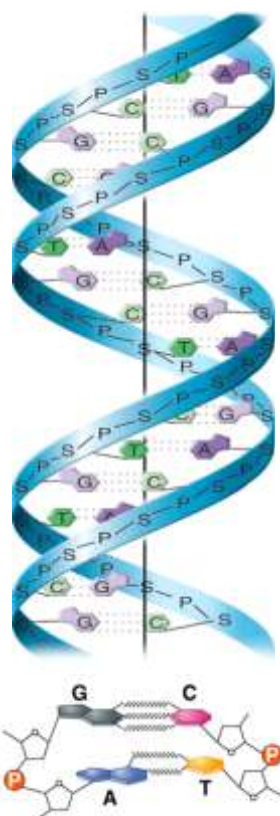
Джеймс Уотсон (слева) и Фрэнсис Крик с моделью ДНК



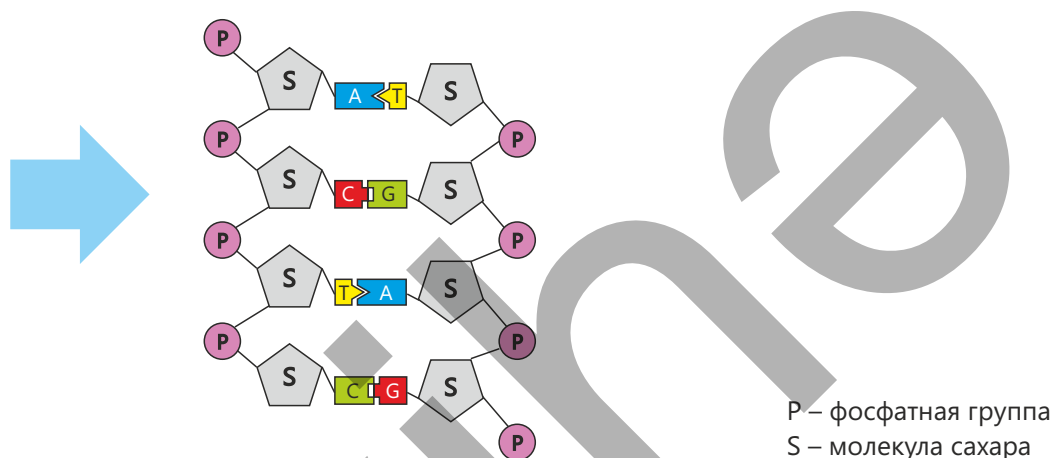
Розалинд Франклин и изображение ДНК, полученное методом рентгеновской дифракции

В молекуле ДНК каждая цепь образуется за счёт ковалентных связей между дезоксирибозой одного нуклеотида и фосфатной группой другого. Таким образом формируется длинная цепь, состоящая из чередующегося сахарофосфатного остова.





Нуклеотиды, являющиеся мономерами молекулы ДНК, располагаются друг напротив друга и соединяются по принципу комплементарности, образуя макромолекулу, состоящую из двух цепей. Напротив нуклеотида аденина (А) располагается тимин (Т), а напротив цитозина (Ц) — гуанин (Г).



Нуклеотид гуанин соединяется с цитозином тремя водородными связями, а аденин с тимином — двумя.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

- Несмотря на то, что молекула ДНК очень длинная, она помещается внутри ядра. Как это можно объяснить?
- Как вы считаете, можно ли использовать красные кровяные клетки для выделения ДНК?

### Хромосомы

Хромосомы (греч. "xroma" – цвет, "soma" – тело) — это структуры, расположенные в ядре неделящейся клетки и несущие наследственную информацию. В ядре они представлены в виде тонких нитей — **хроматина** и состоят из ДНК и белков.

Нити, образованные молекулами ДНК в составе хромосом, называются **хроматидами** и обозначаются буквой с. В неделящихся и недавно образовавшихся клетках число молекул ДНК равно числу хромосом, находящихся в ядре клетки.

Каждый вид имеет свой характерный набор хромосом — **кариотип**. В ядрах соматических, или клетках тела всех особей одного вида число хромосом, как правило, одинаково.



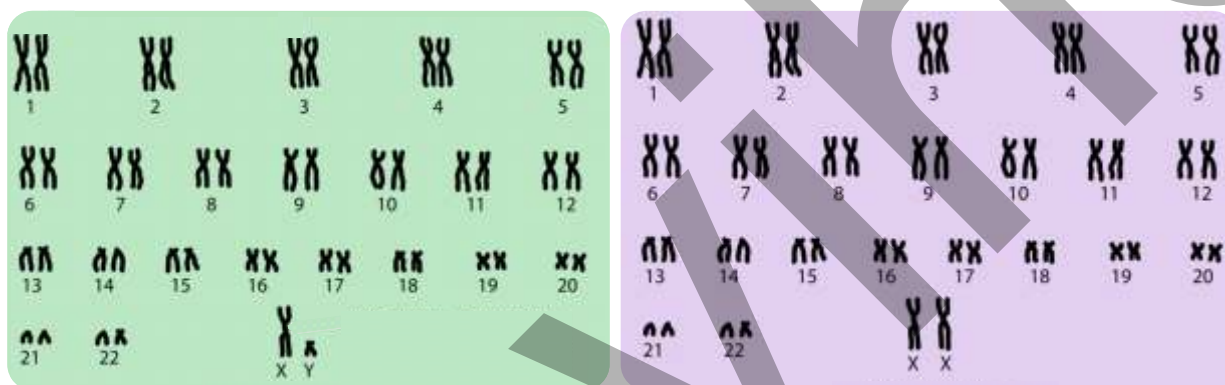
Строение хромосомы и её электронно-микроскопическое изображение

Например, у человека их 46, у шимпанзе — 48, у плодовой мушки дрозофилы — 8, у перца — 48, у ячменя — 14, у ржи — 14 и т.д.

Иногда у разных видов число хромосом может быть одинаковым, однако они отличаются по другим признакам — строению, размеру, форме и расположению центромеры.

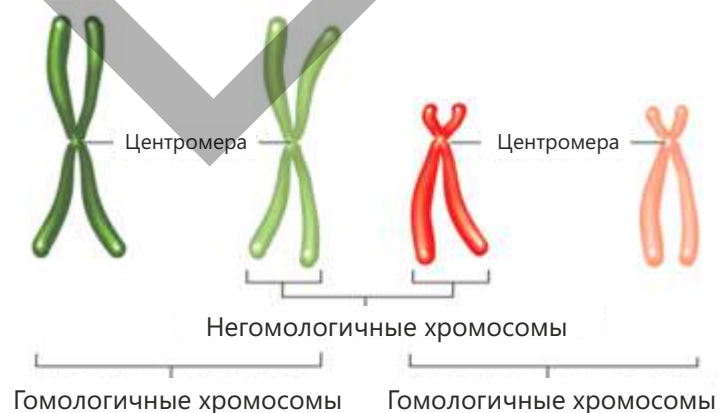
Хромосомы, сходные по строению, форме и генному составу у самцов и самок одного вида, называются **аутосомами**, а одна пара хромосом, различающаяся у самцов и самок, называется **половыми хромосомами**.

В ядрах соматических клеток человека имеется 22 пары аутосом и 1 пара половых хромосом. Половые хромосомы в женском организме обозначаются как **XX**, а в мужском — как **XY**.



Кариотип мужского и женского организмов

В клетках человека и большинства животных организмов хромосомы представлены парным набором. Эти пары хромосом имеют одинаковую форму и размер и несут гены, одних и тех же признаков. Такие пары хромосом называют **гомологичными хромосомами**. Их совокупность называется **диплоидным набором** и обозначается как  $2n$ . Например, в ядрах соматических клеток человека содержится 46 хромосом, что составляет 23 пары. В клетках бактерий имеется только одна кольцевая хромосома.



В гамете присутствует только один набор хромосом, поэтому число хромосом уменьшается в 2 раза. Такой набор называется **гаплоидным** и обозначается  $n$ . Например, в гаметах человека число хромосом равно 23 ( $n = 23$ ). При оплодотворении сперматозоид ( $n$ ) и яйцеклетка ( $n$ ) сливаются, образуя зиготу ( $2n$ ).

### Примените полученные знания

Исследователь изучает определённые гены зрелой клетки крови. Дана последовательность нуклеотидов определённого участка одной из цепей молекулы ДНК:

– АЦЦ ГГТ ТТТ ЦГЦ АТА –

**Обсудите:**

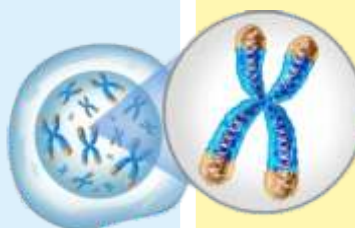
- **Определите последовательность нуклеотидов комплементарной цепи.**
- **Каково будет соотношение числа тройных и двойных водородных связей в данном фрагменте молекулы ДНК?**
- **Как вы считаете, какой тип зрелой клетки крови был использован в данном исследовании?**

### Проверьте полученные знания

1. Что такое наследственность?
2. Через какие структуры наследственная информация непосредственно передаётся из поколения в поколение?
3. Как формируется «скелет» цепи молекулы ДНК?
4. Из каких структур состоит хромосома?
5. Объясните значение гаплоидного числа хромосом в половых клетках.

## 6.2 Деление клетки. Митоз

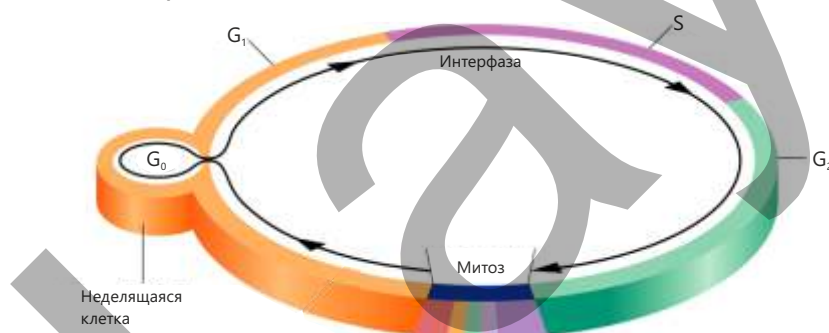
Клеточный цикл – это последовательность этапов, которые клетка проходит от одного деления до следующего. Этот биологический процесс состоит из двух основных стадий: **интерфаза** – подготовительная стадия и **митоз** – стадия деления.



- Как, по вашему мнению, клетка подготавливается к делению?
- Может ли клетка делиться, не проходя стадию интерфазы?

Интерфаза, которая составляет примерно 90% жизни клетки, является самой длительной и наиболее активной с точки зрения обмена веществ стадией. В течение интерфазы клетка не делится, однако она растёт, активизируются процессы обмена веществ и происходит копирование генетического материала.

Интерфаза делится на три последовательно протекающих основных периода:



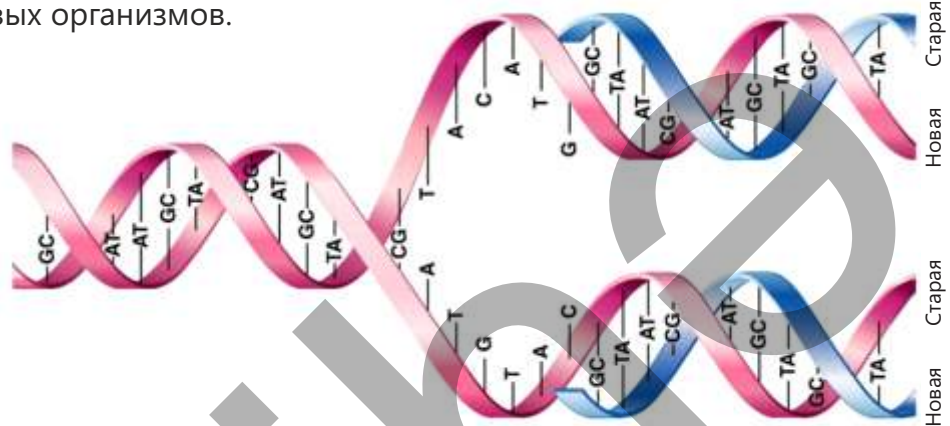
Ключевые слова

интерфаза, период  $G_1$ , период  $G_2$ , синтетический период, митоз, профаза, метафаза, анафаза, телофаза, цитокинез

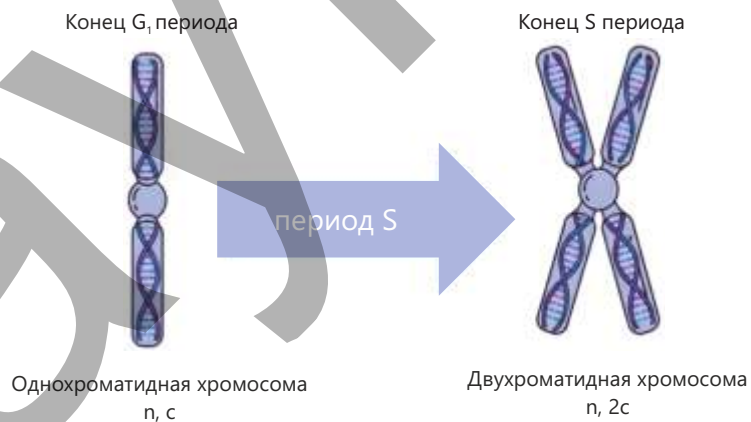
**Период  $G_1$  (Gap – интервал)**, также называют пресинтетическим периодом. В этот период вновь образовавшаяся клетка быстро растёт, усиливается синтез белков и РНК, увеличивается число органоидов, таких как митохондрии и рибосомы, в клетке накапливается энергия. По продолжительности это наиболее изменчивый период. Некоторые клетки (например, нервные клетки) на этом этапе переходят в фазу  $G_0$  (покоя) и прекращают деление.

**S-период** называют и *синтетическим периодом*. В это время происходит один из важнейших процессов интерфазы – **репликация ДНК**, то есть её удвоение. Удвоение молекулы ДНК является одной из её уникальных особенностей. В процессе репликации под действием специальных ферментов ДНК начинает

раскручиваться, и напротив нуклеотидов разошедшихся цепей по принципу комплементарности выстраиваются свободные нуклеотиды клетки. В результате образуются две молекулы ДНК, каждая из которых содержит одну старую (материнскую) и одну новую цепь. Такой механизм удвоения характерен для большинства живых организмов.



Для того, чтобы передать наследственную информацию молекула ДНК копирует саму себя, и в результате каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединённых центромерой. В этот период формула генетического материала изменяется с  $2n2c$  на  $2n4c$ .



**Период  $G_2$**  также называют *постсинтетическим* периодом. Это последний подготовительный этап перед делением. В этот период синтезируются белки, формирующие веретено деления, и энергетические запасы достигают максимума. В животных клетках органелла, непосредственно участвующая в делении, – **центросома** (клеточный центр) – удваивается и подготавливается к расхождению к полюсам клетки.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

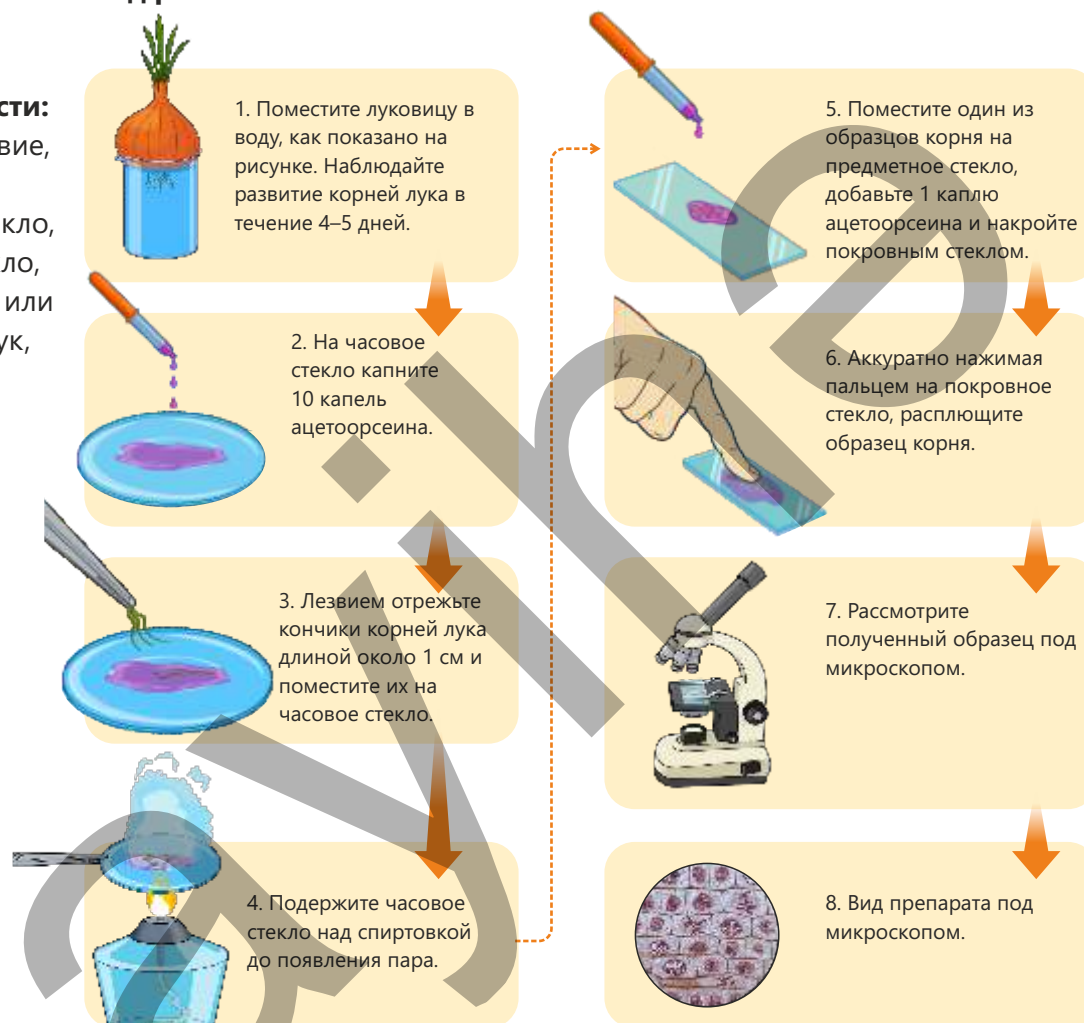
- Как вы думаете, какое значение имеет то, что молекула ДНК состоит из двух цепей?
- Может ли любое изменение в молекуле ДНК повлиять на жизненные процессы клетки? Обоснуйте своё мнение.

## Деление клетки. Митоз

Деятельность

**Изучение стадий митоза**

**Принадлежности:** микроскоп, лезвие, пипетка, предметное стекло, покровное стекло, часовое стекло или чашка Петри, лук, краситель ацетоорсеин, нагреватель (спиртовка).

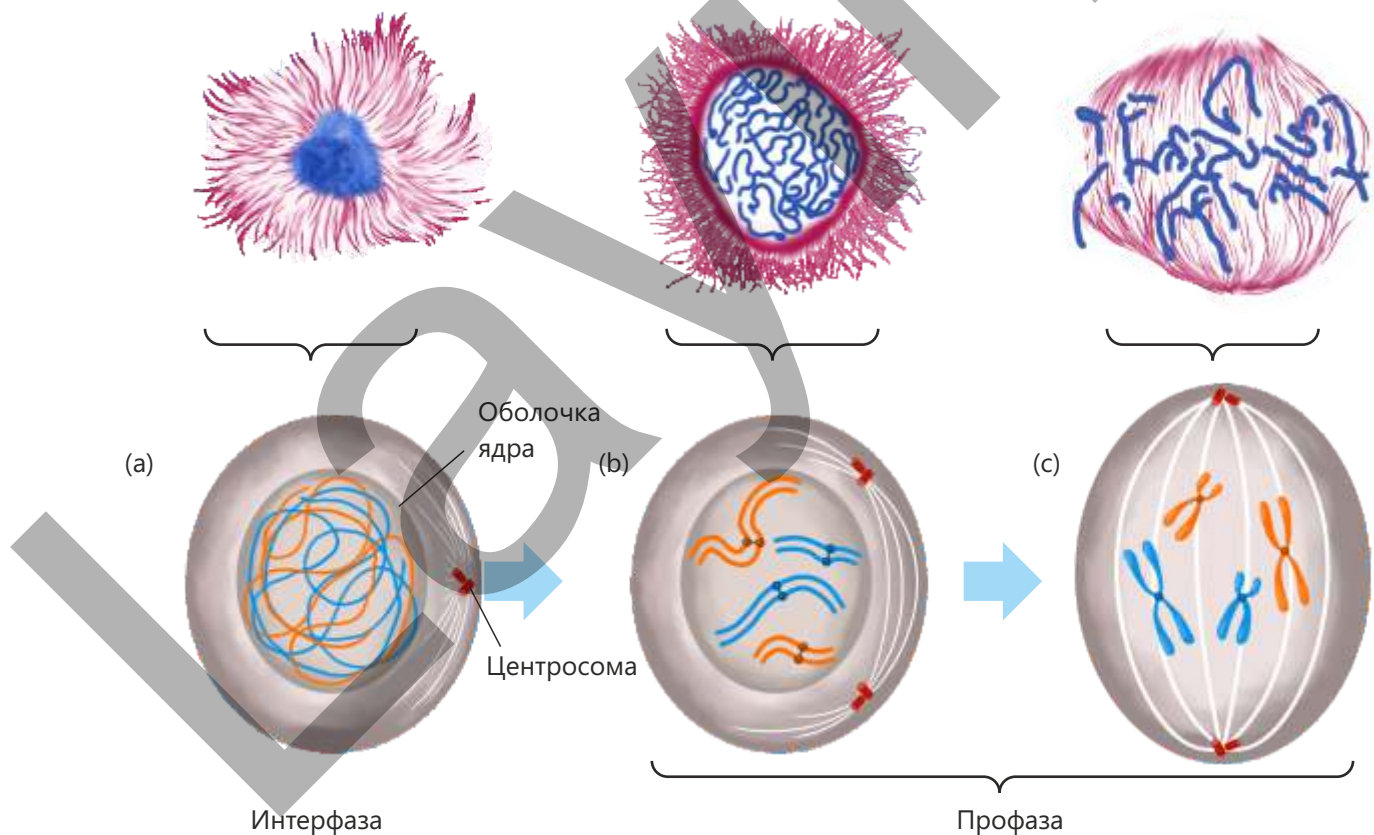
**Ход работы:****Обсудите:**

1. Как бы вы объяснили, почему образец был взят с кончика корня?
2. Какие выводы можно сделать о клетках, наблюдаемых под микроскопом?

Деление клетки является одним из основных процессов, необходимых для роста, развития и восстановления повреждённых тканей (регенерации) у живых организмов. Одним из способов деления клетки является митоз, который характерен в основном для соматических клеток эукариотических организмов. В результате митотического деления из одной материнской клетки образуются две новые дочерние клетки с аналогичным составом генов. Суть этого деления заключается в сохранении постоянного числа хромосом в клетке.

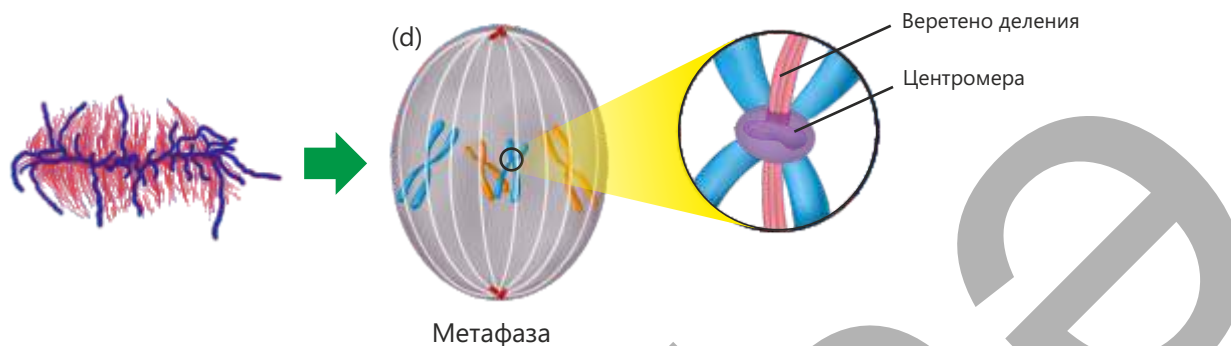
Перед началом деления каждая клетка проходит подготовительный этап – интерфазу. Следующий этап после интерфазы – это стадия деления клетки. Митоз состоит из четырёх последовательно протекающих основных фаз: профазы, метафазы, анафазы и телофазы.

**Профаза** начинается с того, что хроматиновые нити в ядре становятся различимы, приобретая вид тонких нитей. Эти нити спирализуются, укорачиваются и утолщаются, превращаясь в двуххроматидные хромосомы. Одновременно с этим растворяется оболочка ядра (мембраны ядра) и исчезает ядрышко. Затем хромосомы свободно располагаются в цитоплазме, а centrosомы начинают перемещаться к полюсам клетки. Также в профазе происходит формирование веретена деления.

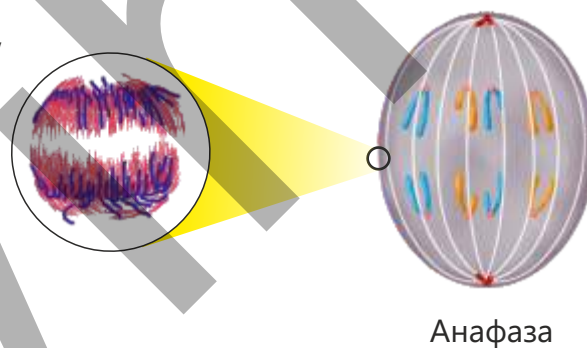


В **метафазе** завершается формирование веретена деления. К центромере каждой двуххроматидной хромосомы с обеих

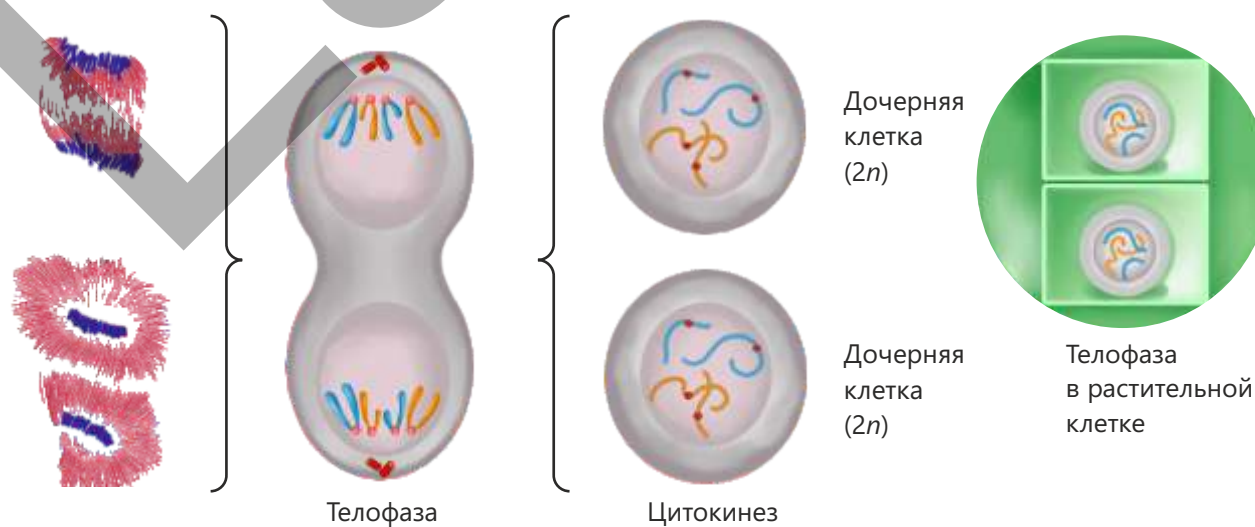
полюсов прикрепляются нити веретена. Хромосомы выстраиваются вдоль экваториальной плоскости клетки, образуя метафазную пластинку. На этой стадии под световым микроскопом легче всего подсчитать число хромосом.



**Анафаза** – самая быстрая фаза. В этот период нити веретена деления начинают укорачиваться, хроматиды отделяются от центромеры и расходятся к противоположным полюсам клетки. Переместившиеся к полюсам однохроматидные хромосомы называются **дочерними хромосомами**. Число хромосом на каждом полюсе равно их числу в материнской клетке.

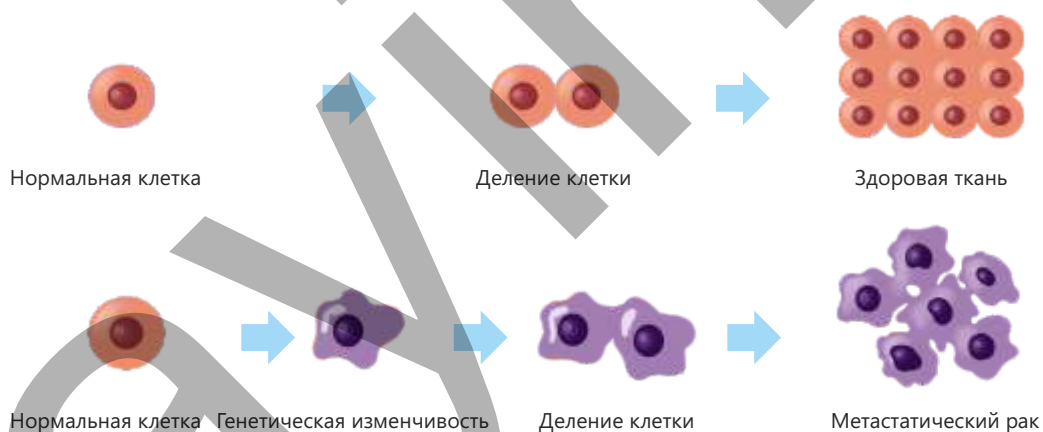


В **телофазе** происходят процессы, противоположные профазе. Вокруг хромосом, достигших полюсов, формируется ядерная оболочка. Спирализованные хромосомы раскручиваются, превращаясь в тонкие **хроматиновые нити**. Затем происходит **цитокinesis**, то есть деление цитоплазмы, в результате чего образуются две самостоятельные клетки. У животных клеток цитокinesis происходит путём перетяжки цитоплазмы с краев клетки, а у растительных – путём образования клеточной пластинки в центре клетки.



В норме клетки организма человека растут и делятся в соответствии с определённым порядком. Однако иногда этот порядок и механизм контроля деления нарушаются. Как вы думаете, что такое неконтролируемое деление клеток? В результате изменений в ДНК клетки контроль над её делением теряется, и клетки начинают делиться непрерывно и беспорядочно.

*Рак* – это серьёзное заболевание, возникающее вследствие неконтролируемого деления клеток в организме. Такое беспорядочное деление приводит к образованию опухолей в тканях. Опухоли подразделяются на доброкачественные (не злокачественные) и злокачественные (раковые). Доброкачественные опухоли растут медленно и не распространяются на окружающие ткани, тогда как злокачественные опухоли растут быстро, нарушают нормальную работу соседних тканей и, как правило, распространяются по организму через кровь (метастазирование), что увеличивает угрозу для жизни.



Основными причинами рака являются генетические факторы, химические канцерогены и ионизирующее излучение.

**Генетические факторы** – иногда дефекты в генах, регулирующих деление клеток, передаются от родителей к детям. Это увеличивает риск развития рака у человека.

**Химические канцерогены** – вредные химические вещества в окружающей среде могут изменять ДНК клетки и вызывать рак. К ним относятся сигареты, пестициды и некоторые пищевые добавки.

**Ионизирующее излучение** – рентгеновские лучи, ультрафиолетовое излучение и радиоактивные вещества нарушают структуру цепи ДНК, тем самым вызывая изменения.

Отказ от вредных привычек, здоровое питание и регулярные физические нагрузки относятся к факторам, снижающим риск развития рака.

### Примените полученные знания

1. В организме человека существуют различные клетки, такие как нервные, мышечные и клетки крови. Эти клетки являются специализированными. Однако существует и группа клеток, которые ещё не специализированы, то есть не имеют определённой функции. Эти клетки называются стволовыми, то есть клетками-предшественниками, способными к самовосстановлению путём митотического деления и, при необходимости, могут превращаться в различные типы специализированных клеток.

В лаборатории было исследовано митотическое деление стволовой клетки. В таблице указано время, затрачиваемое на каждую стадию жизненного цикла исследуемой клетки.

Интерфаза			Митоз
G <sub>1</sub>	S	G <sub>2</sub>	M
5	7	3	1

Часы

Профаза	Метафаза	Анафаза	Телофаза
36	3	3	18

Минуты

#### Обсудите:

- Почему S-период интерфазы является более продолжительным?
- Как бы вы объяснили тот факт, что на профазу и телофазу митоза требуется больше времени?

2. В лаборатории под микроскопом были исследованы образцы клеток, взятые у двух разных организмов, и получены следующие результаты:

**Образец А:** деление клетки не происходит, в ядре 46 хромосом и 46 молекул ДНК.

**Образец В:** клетка активно делится, в ядре наблюдается 46 хромосом, но 92 молекулы ДНК (хроматиды).

#### Обсудите:

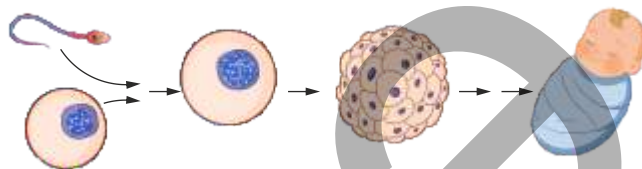
- Возможно ли, что оба образца принадлежат одному и тому же виду организма? Обоснуйте своё мнение, опираясь на "число хромосом и ДНК".
- Если исследователь хочет изучить "кариотип" одной из этих клеток, какой образец будет более подходящим? Почему?
- Вывод о каком процессе может сделать ученый, наблюдающий увеличение числа молекул ДНК?

### Проверьте полученные знания

1. Из каких стадий состоит клеточный цикл?
2. Почему первая стадия клеточного цикла протекает дольше, чем вторая? Как бы вы это объяснили?
3. Может ли клетка перейти к митозу, не проходя интерфазу? Почему?
4. Для каких целей можно использовать стволовые клетки?

## 6.3 Деление клетки. Мейоз

Размножение – одно из основных свойств живых организмов. Амёба, зелёная эвглена, инфузория-туфелька и большинство организмов, размножающихся бесполом путём, размножаются путём митотического деления. Для осуществления полового размножения одним из основных условий является образование гамет. В гаметах число хромосом в два раза меньше, чем в соматических клетках.



**Ключевые слова** мейоз, бивалент, редукционное деление, интеркинез, спорогенез

• Как вы думаете, в чём заключается значение того, что число хромосом в гаметах вдвое меньше, чем в ядрах соматических клеток? Каким образом это обеспечивается?

Деятельность

### Размножение дрожжей

**Принадлежности:** микроскоп, пипетка, предметное стекло, покровное стекло, сахарный песок, сухие дрожжи.

**Ход работы:**

1. Насыпьте 1 ложку сахарного песка в стакан теплой воды и размешайте.



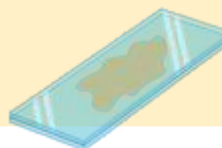
2. В полученный раствор добавьте ½ чайной ложки сухих дрожжей и размешайте его.



3. С помощью пипетки поместите каплю раствора на предметное стекло.



4. Накройте его сверху покровным стеклом.



5. Рассмотрите препарат под микроскопом.



6. Вы увидите клетки дрожжей, размножающихся делением.

### Обсудите:

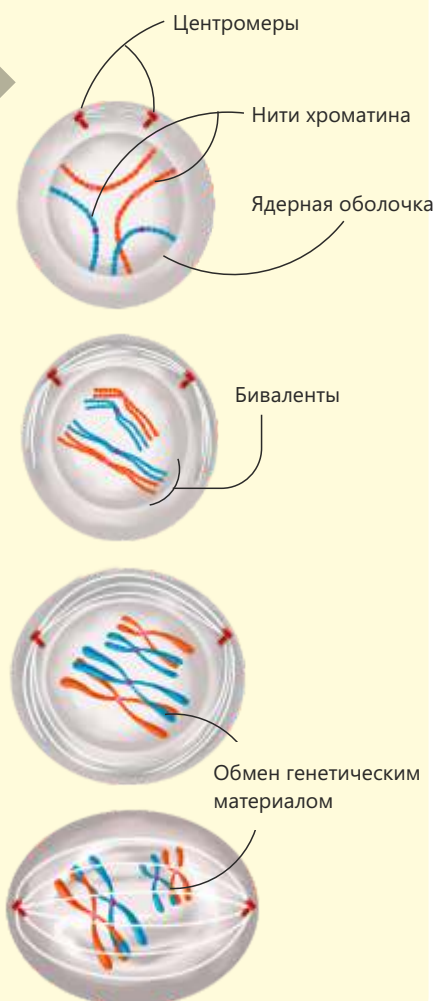
- Какие факторы, исходя из ваших наблюдений, влияют на размножение клеток дрожжей?
- Как вы думаете, одинаково ли протекает процесс размножения у всех живых организмов?

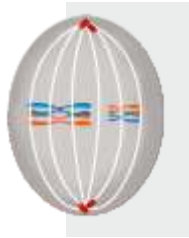
Одним из способов деления клетки является мейоз. Мейотическое деление – это особый тип деления, обеспечивающий образование спор и гамет у многоклеточных организмов. В результате этого процесса из диплоидных клеток ( $2n$ ) образуются гаплоидные клетки ( $n$ ). При оплодотворении две гаплоидные гаметы сливаются, вновь образуя диплоидную зиготу. Таким образом, мейоз обеспечивает сохранение постоянного числа хромосом у организма.

До начала деления каждая клетка проходит стадию интерфазы. Завершив интерфазу, клетка становится готовой к делению. Мейоз состоит из двух последовательных делений: I и II мейотическое деление.

В **профазе I** мейоза хромосомы спирализуются, укорачиваются и утолщаются. Затем двуххроматидные гомологичные хромосомы сближаются и образуют пары. Такие пары гомологичных хромосом называются **бивалентами**. Число бивалентов в каждой клетке равно гаплоидному числу ( $n$ ). Между хроматидами парных гомологичных хромосом происходит обмен генетическим материалом. Этот процесс является одной из причин генетического разнообразия. Однако обмен генетическим материалом между хроматидами может и не происходить.

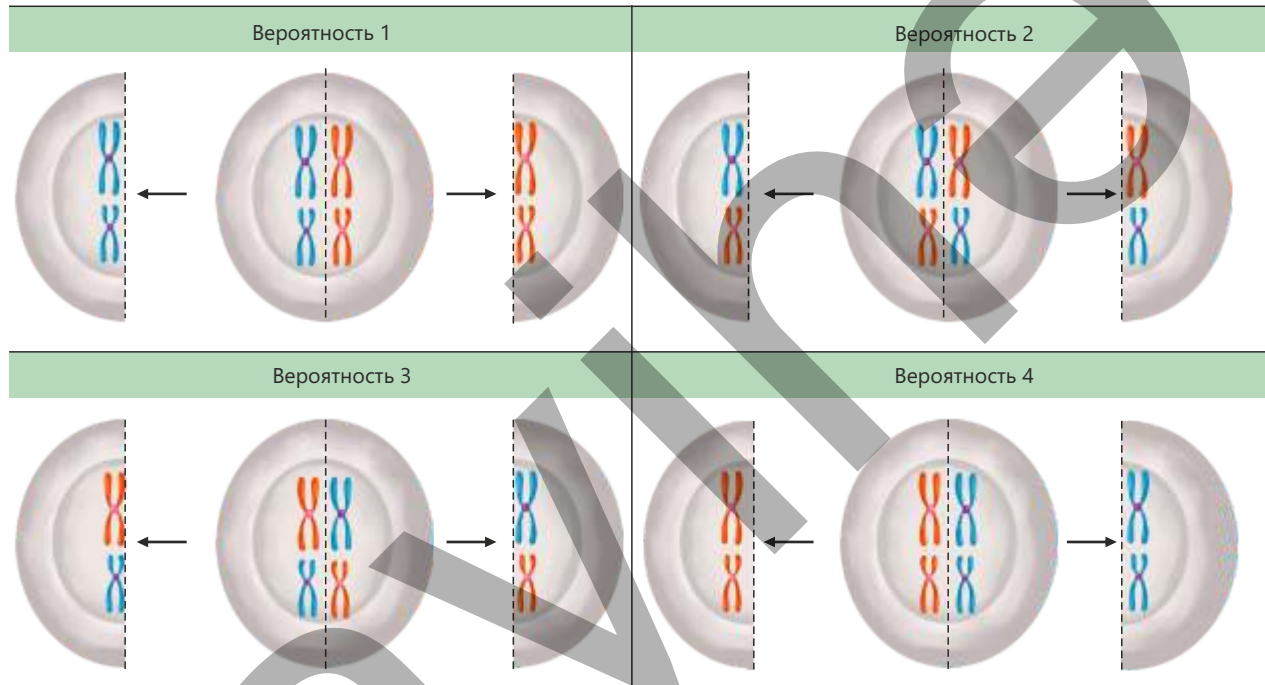
К концу профазы I центромеры начинают перемещаться к полюсам, и начинается формирование нитей веретена деления. Также растворяется ядерная оболочка, и хромосомы, находящиеся в виде бивалентов, свободно располагаются в цитоплазме.





Метафаза I

В **метафазе I** мейоза завершается формирование веретена деления. К центромере каждой двуххроматидной хромосомы прикрепляется нить веретена со стороны соответствующего полюса. Хромосомы располагаются попарно вдоль экваториальной плоскости клетки, образуя метафазную пластинку. Расположение этих пар относительно полюсов происходит случайным образом. Такое расположение пар хромосом приводит к образованию различных типов спор или гамет.

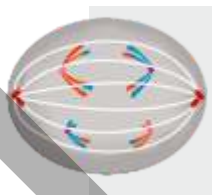


В **анафазе I** мейоза происходит разделение бивалентов и расхождение двуххроматидных хромосом к полюсам. В результате у каждого полюса оказывается гаплоидный ( $n$ ) набор хромосом, содержащий только одну из гомологичных хромосом.

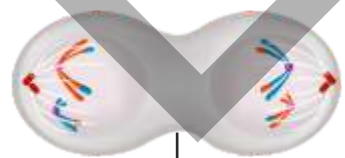
В **телофазе I** мейоза вокруг хромосом, состоящих из двух хроматид, расположенных у полюсов и имеющих гаплоидный набор, формируется ядерная оболочка. Затем клетка делится, и образуются

две дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом. В конце первого деления мейоза число хромосом уменьшается вдвое. Такой тип деления называется **редукционным делением**.

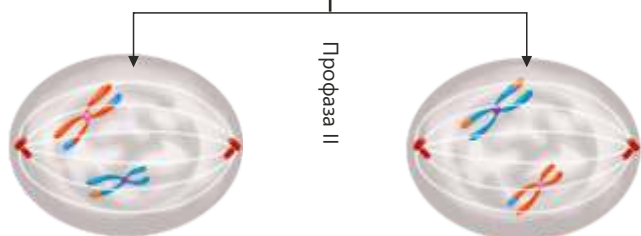
Между мейозом I и мейозом II наблюдается **интеркинез** – короткая подготовительная стадия. На этом этапе репликация ДНК не происходит, а осуществляется метаболическая подготовка клетки к переходу во мейоз II.



Анафаза I



Телофаза I



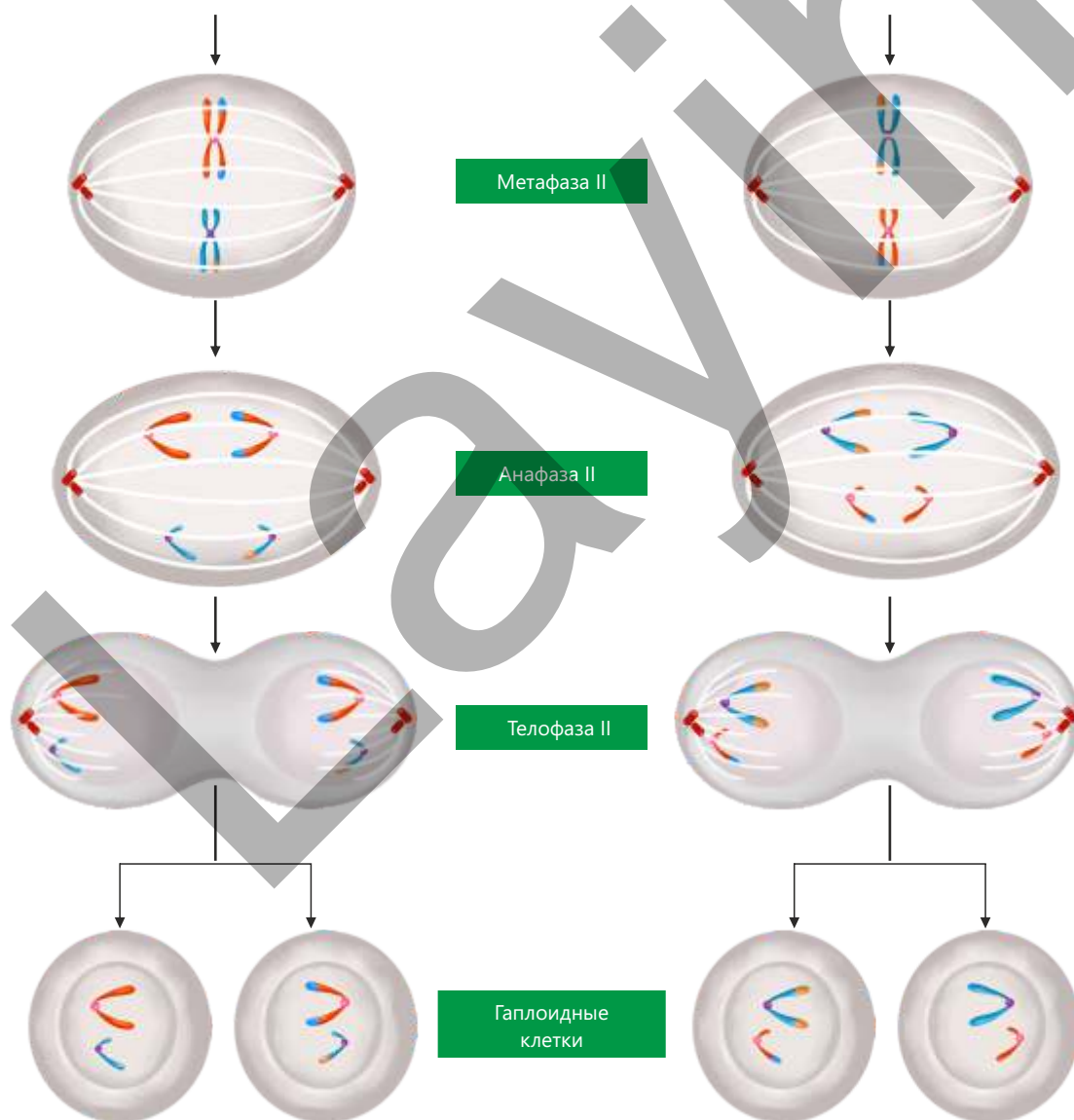
Профаза II

После короткой подготовки в **профаза II** мейоза двуххроматидные хромосомы свободно располагаются в цитоплазме. Начинается формирование нитей веретена деления.

В **метафаза II** хромосомы выстраиваются поодиночке вдоль экваториальной плоскости клетки. К центромерам двуххроматидных хромосом с обоих полюсов прикрепляются нити веретена деления.

В **анафаза II** нити веретена сокращаются, хроматиды отделяются друг от друга и дочерние хромосомы перемещаются к полюсам. На каждом полюсе оказывается гаплоидный набор хромосом ( $n$ ).

В **телофаза II** вокруг хромосом на полюсах формируется ядерная оболочка. Затем в результате цитокинеза образуются клетки с гаплоидным набором хромосом.



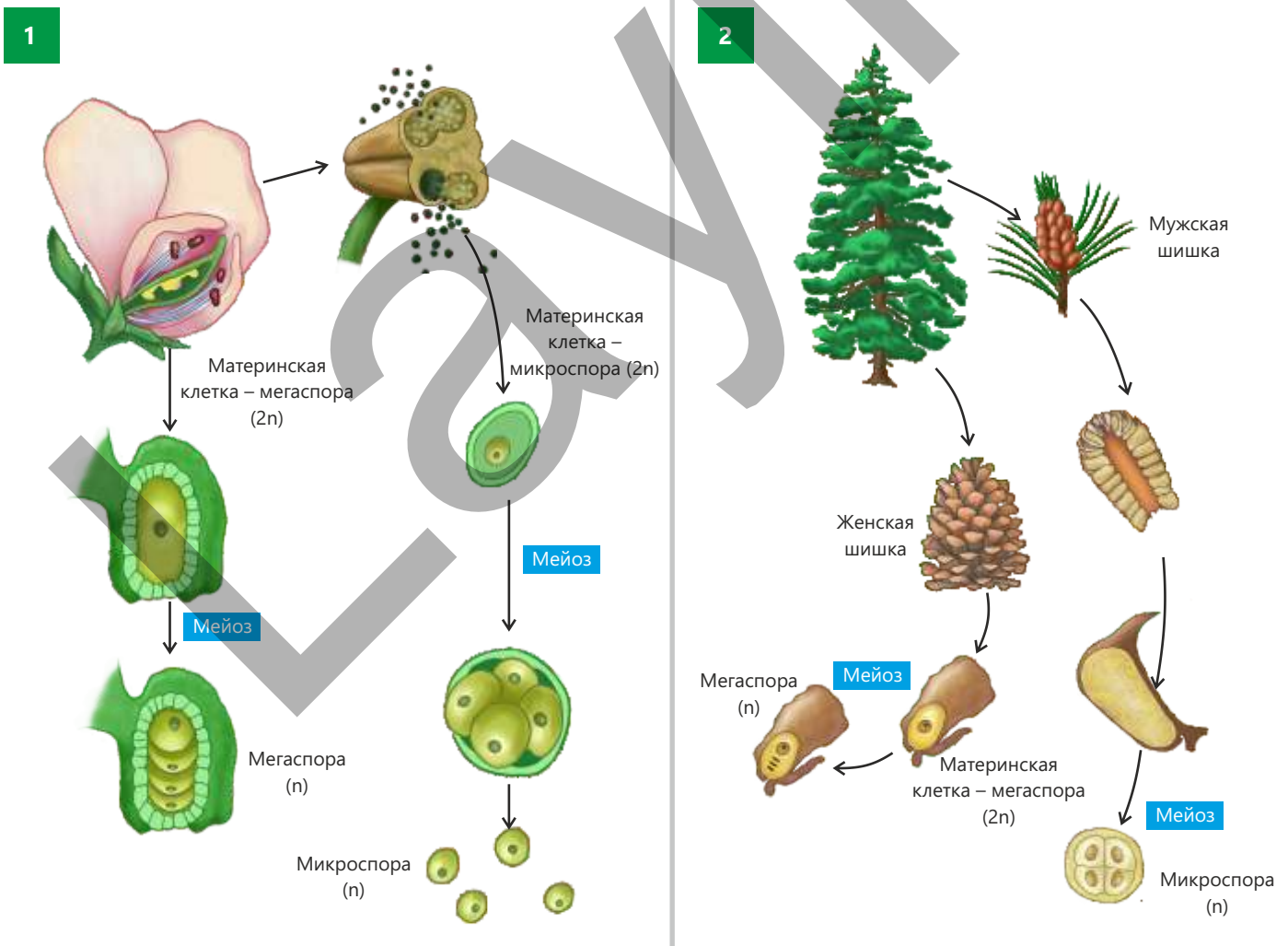
- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

- Как можно объяснить тот факт, что мейоз приводит к генетическому разнообразию?
- Как вы думаете, играет ли мейоз роль в том, что каждый организм уникален?

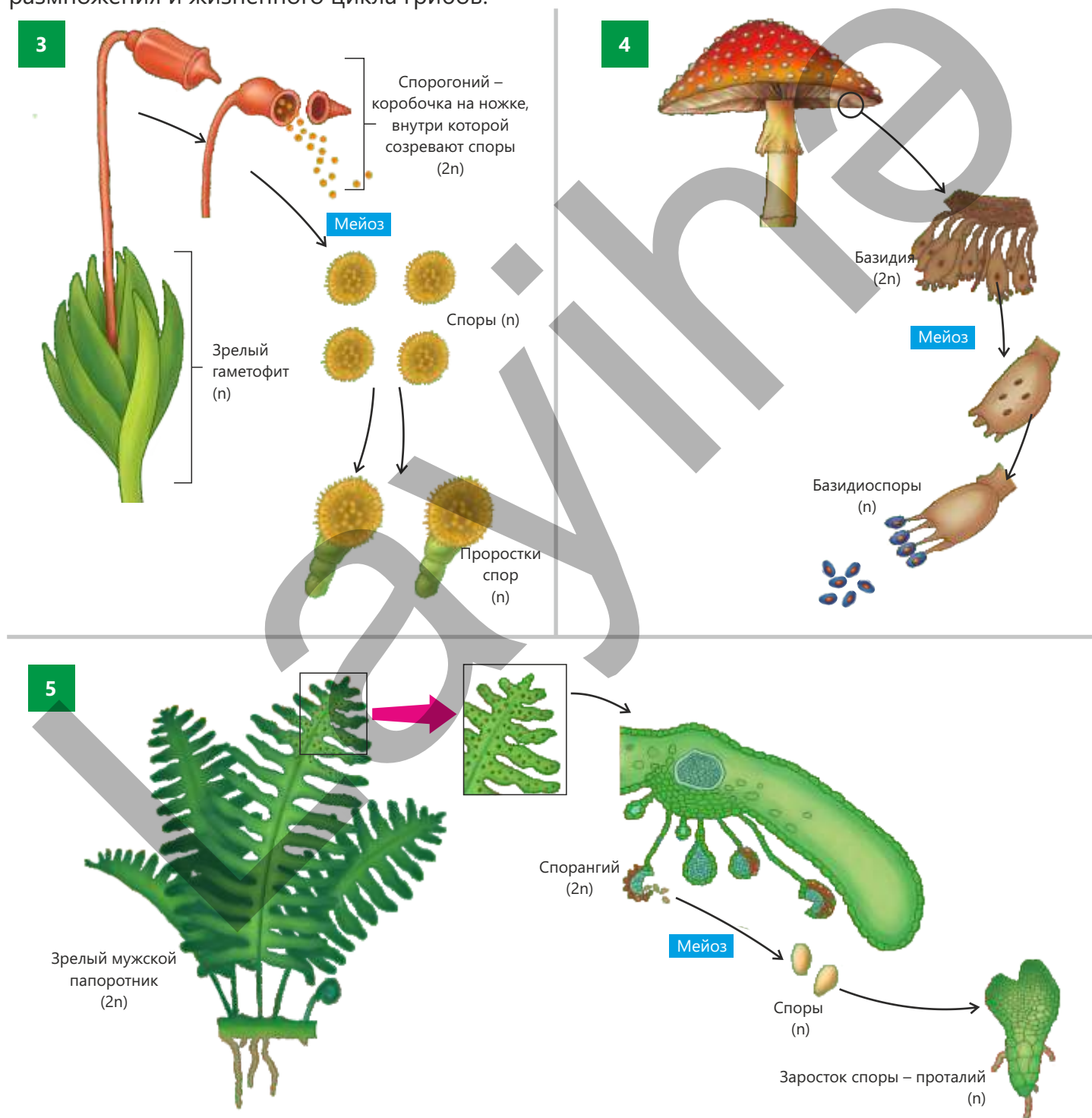
## Спорогенез

Гаметы у растений образуются в основном в результате митотического деления, однако для обеспечения диплоидного набора хромосом в организме редукционное деление происходит именно во время спорогенеза. В процессе спорогенеза у растений и некоторых других организмов образуются споры. Этот процесс осуществляется в результате мейотического деления. Образующиеся при спорогенезе споры с гаплоидным набором хромосом прорастают и формируют новое поколение гаметофита. Грибы же размножаются с помощью спор.

Спорогенез играет роль связующего звена между поколениями спорофита и гаметофита. Развиваясь, споры дают начало гаметофитам. Спорофит – это поколение, на котором образуются споры, а гаметофит – поколение, на котором формируются гаметы.

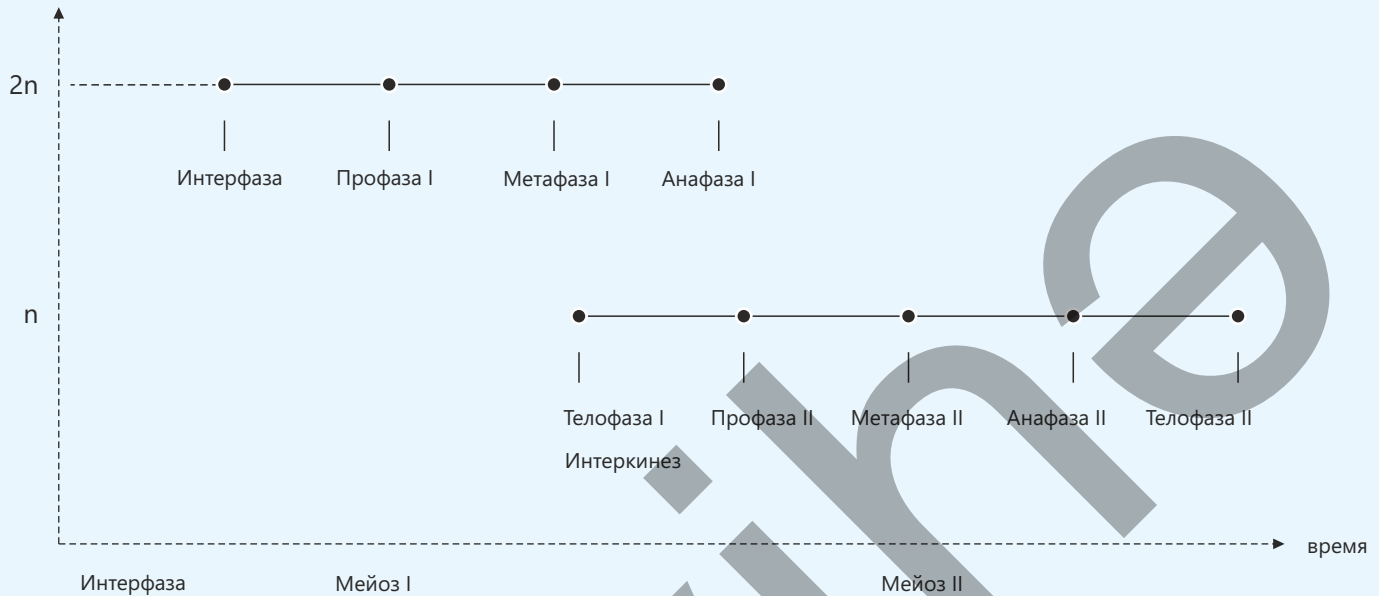


У шляпочных грибов структура, в которой образуются споры, называется **базидией**. В базидии в результате мейотического деления формируются споры с гаплоидным набором хромосом – базидиоспоры. Эти споры распространяются под воздействием ветра и других факторов, что приводит к развитию новых особей грибов. Таким образом, образование базидиоспор является важным этапом размножения и жизненного цикла грибов.



### Примените полученные знания

Представлен график фаз мейоза и соответствующего им числа хромосом в клетке.



#### Обсудите:

- Как бы вы объяснили отсутствие репликации ДНК на стадии интеркинеза?
- На какой стадии образуются дочерние хромосомы? Чем они отличаются от других хромосом?
- В организме животного в результате дифференцировки клеток, образующихся после мейоза, формируются гаметы. Было обнаружено, что у одной из гамет набор хромосом равен  $2n$ . Как вы думаете, на какой стадии мейоза произошло нарушение и каков был набор хромосом у остальных гамет?
- Определите число хромосом и хроматид на каждой фазе мейоза у организма, у которого соматические клетки имеют набор  $2n = 28$ .

### Проверьте полученные знания

1. Каково значение мейотического деления?
2. Чем отличается мейоз I от мейоза II?
3. Что такое спорогенез?
4. Что произойдёт, если в цикле развития цветковых растений не будет происходить спорогенез?

# Наука, технология, жизнь

Различия в генетическом материале живых организмов приводят к наследственной изменчивости. Одним из наиболее интересных примеров таких различий у человека являются отпечатки пальцев. На пальцах человека имеются сложные узоры в виде дуг, петель и завитков. Строение этих узоров у каждого человека уникально и не изменяется на протяжении всей жизни.

Как и другие наследственные признаки, общий рисунок отпечатков пальцев у каждого человека различен. Даже у однояйцевых близнецов, несмотря на одинаковую ДНК, отпечатки пальцев не совпадают полностью. Эти небольшие различия возникают в результате случайных факторов среды во время внутриутробного развития. Подобно отпечаткам пальцев, индивидуальный характер имеют также черты лица, рисунок сетчатки глаза, тембр голоса и другие особенности человека. Эти различия формируются под влиянием как наследственных факторов, так и различных условий среды в процессе развития организма.



В современных технологиях эти индивидуальные особенности используются как биометрические показатели. Биометрические данные являются надёжным средством для распознавания и идентификации личности.

Сканеры отпечатков пальцев применяются в телефонах и компьютерах для входа в систему. Технология распознавания лиц используется в камерах безопасности и мобильных устройствах. В банковских и военных системах для обеспечения высокой безопасности применяются сканеры сетчатки глаза. Технология распознавания голоса незаменима при использовании виртуальных помощников и систем идентификации в телефонах.



# Заключение

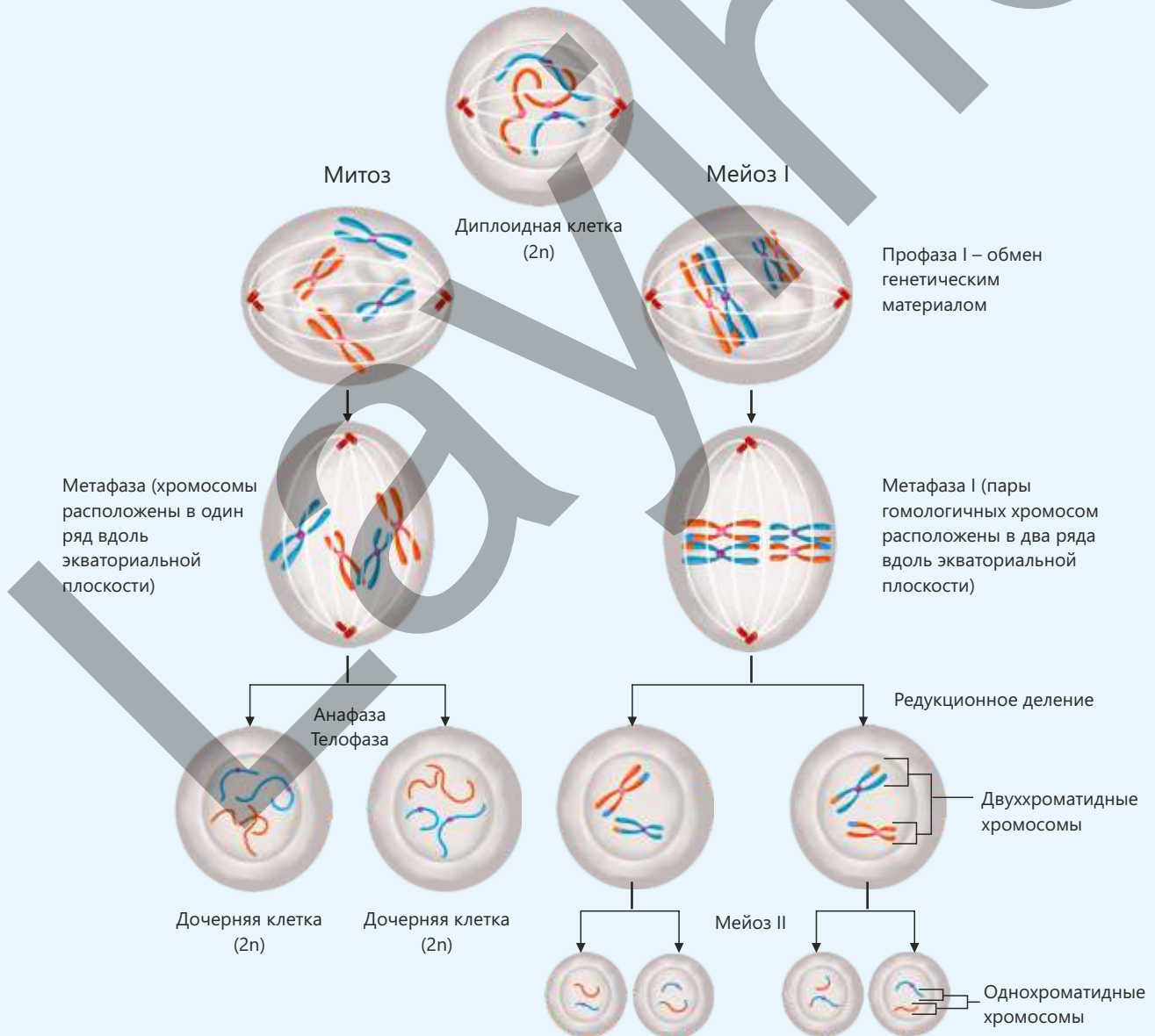
## Клеточный цикл

### Интерфаза

На этом этапе клетка растёт, активизируются процессы обмена веществ и происходит копирование генетического материала. Стадия интерфазы делится на три последовательно протекающих основных периода:  $G_1$ ,  $S$ ,  $G_2$ .

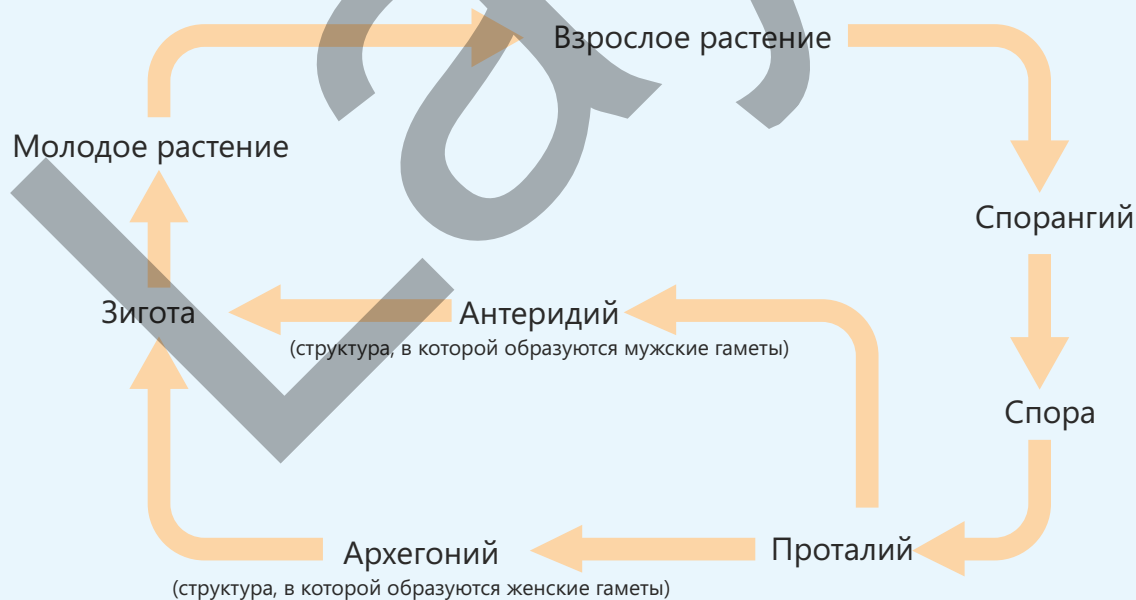
### Клеточное деление. Митоз. Мейоз

Митоз – это способ деления клетки, обеспечивающий сохранение постоянного числа хромосом. Мейоз – это способ деления, обеспечивающий сохранение постоянного числа хромосом в организме.

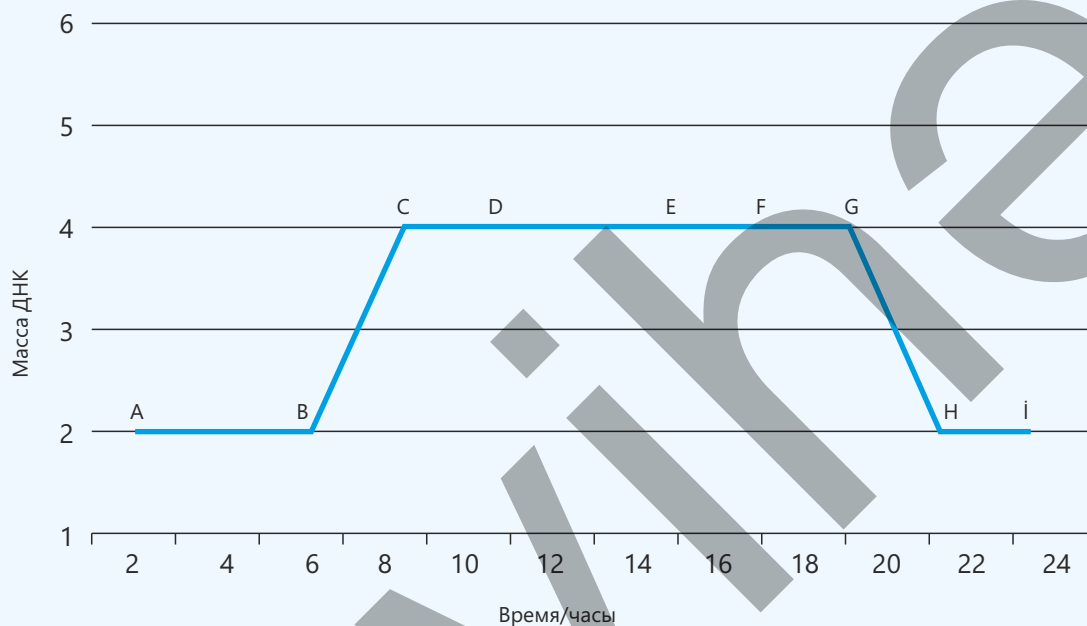


## Обобщающие задания

1. Опишите различия между понятиями «хромосома» и "хроматида", объясните связь между числом молекул ДНК и числом хромосом в неделящихся и делящихся клетках.
2. Опишите сходства и различия в строении и генетическом составе аутосом и половых хромосом у особей одного вида на примере из повседневной жизни (например, брат и сестра), а также свяжите это с понятием кариотипа.
3. В медицине предлагается использовать стволовые клетки для восстановления повреждённых органов (например, печени). Учитывая стадии клеточного цикла, объясните, почему новые клетки, образующиеся в результате деления стволовой клетки, генетически идентичны материнской клетке. Почему эта идентичность имеет жизненно важное значение для регенерации организма?
4. Проанализируйте схему жизненного цикла мужского папоротника и ответьте на вопросы.
  - a. Каков хромосомный набор каждой из структур?
  - b. Определите, какое деление клетки происходит между структурами.
  - c. Определите поколения спорофита и гаметофита.
  - d. Как вы думаете, какое поколение преобладает у мужского папоротника? Обоснуйте своё мнение.



**5. Представлен график, показывающий изменение количества ДНК ядра внутри клетки в зависимости от времени.**



- Какие промежутки времени соответствуют периодам  $G_1$ , S и  $G_2$  интерфазы?
- Соотнесите временные промежутки с фазами митоза.
- В каком промежутке времени число хроматид может быть равно числу хромосом?
- В каком промежутке нарушение происходящих процессов может привести к нарушению одинакового числа хромосом у образующихся дочерних клеток?
- Как бы вы объяснили, почему некоторые промежутки времени длительнее других?

**6. Для получения здоровых семян было произведено самоопыление злакового растения с диплоидным набором хромосом  $2n = 14$ .**

- Каково будет число хромосом в клетке эндосперма полученного семени?
- Определите число хромосом и хроматид в клетках зародыша семени в анафазе митоза.

# раздел 7

## Эволюция и изменчивость

Живые организмы отличаются друг от друга. Различия являются результатом изменений, возникающих на протяжении многих поколений. Эта изменчивость играет важную роль в природе, так как позволяет организмам лучше приспосабливаться к условиям среды обитания. Если среда длительное время остаётся стабильной, в популяции сохраняются преимущественно средние признаки. Однако при изменении условий среды начинают отбираться новые признаки, и это может привести к появлению резко различающихся групп внутри популяции.

Эти изменения происходят на протяжении очень длительного времени, и "естественный отбор" вызывает в популяциях постепенное изменение наследственных признаков. В результате это приводит к образованию новых видов, а также к формированию того большого разнообразия живых организмов, которое существует на сегодняшний день.



- С середины XX века в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями широко используются пестициды (например, ДДТ). Вначале эти вещества массово уничтожали насекомых. Однако некоторые особи в популяции благодаря наследственной изменчивости обладали природной устойчивостью к пестицидам. Через несколько поколений число устойчивых особей в популяции увеличилось. Это явление демонстрирует действие естественного отбора: лучше приспособленные к среде особи выживают и размножаются.
- 1. Почему особи одного и того же вида не являются абсолютно идентичными?  
2. Какова роль наследственности и факторов среды в формировании признаков организмов?  
3. Почему модификационная изменчивость не передаётся следующим поколениям?  
4. Как естественный отбор влияет на вероятность выживания и размножения организмов?

### Из раздела вы узнаете

- У организмов существует наследственная и ненаследственная изменчивость
- Наследственная изменчивость передаётся из поколения в поколение и служит материалом для эволюции, тогда как ненаследственная изменчивость помогает организму приспосабливаться к конкретным условиям среды
- Модификационная изменчивость – это изменения признаков под влиянием факторов среды в определённых пределах, которые не наследуются
- Норма реакции выражает пределы изменчивости признака в различных условиях среды
- "Естественный отбор" – основная движущая сила эволюции, которая обеспечивает сохранение и передачу потомкам полезных признаков, возникших в результате наследственной изменчивости, способствуя приспособлению организмов к среде

## 7.1 Изменчивость

Живые организмы отличаются друг от друга как по своему внутреннему и внешнему строению, так и по физиологическим особенностям. Это разнообразие связано с тем, что они принадлежат к разным видам.

- Как вы думаете, имеются ли различия и между организмами, относящимися к одному и тому же виду?
- Если такие различия есть, как можно объяснить их причины?



Ключевые слова

изменчивость, вариация, наследственная изменчивость

Узнавать сотни людей – членов семьи, друзей, людей, которых мы видим время от времени, и даже знаменитостей достаточно несложно. Мы можем различить знакомых людей даже на расстоянии. Это связано с тем, что у людей разные черты лица, форма волос, цвет глаз и кожи. Кроме того, различаются их телосложение, рост, голос и походка. Даже внутри одной семьи невозможно встретить абсолютно одинаковых людей.

В мире проживает около 8 миллиардов человек. Каждый человек обладает индивидуальными особенностями, которые отличают его от других и делают его уникальным. Эти различия внутри одного вида называются **изменчивостью** или **вариацией**.

Деятельность

### Наследственная и ненаследственная изменчивость

1. Внимательно рассмотрите рисунок.
2. Большинство признаков человека формируется под совместным влиянием наследственности и окружающей среды.
3. Обсудите влияние питания, солнечного излучения и физической активности на такие признаки человека, как рост, цвет кожи и скорость передвижения при беге.
4. Перерисуйте приведённую ниже таблицу в тетрадь.



5. Распределите такие признаки, как интеллект, отпечатки пальцев, разговорный язык, выносливость, гемофилия, цвет глаз, окрашенные в чёрный цвет волосы, пол, рост, цвет кожи, сила и масса тела, по соответствующим группам, указанным в таблице.

Группы	Признаки
Наследственные признаки	
Признаки, формирующиеся под влиянием среды	
Признаки, формирующиеся под совместным влиянием наследственности и факторов среды	

#### Обсудите:

1. С момента последней встречи ваш родственник значительно вырос, подстригся и изменил цвет волос. Смогли ли вы его узнать несмотря на эти изменения? Обоснуйте своё мнение.
2. Почему не всегда удаётся полностью определить различия между людьми на семейных фотографиях?

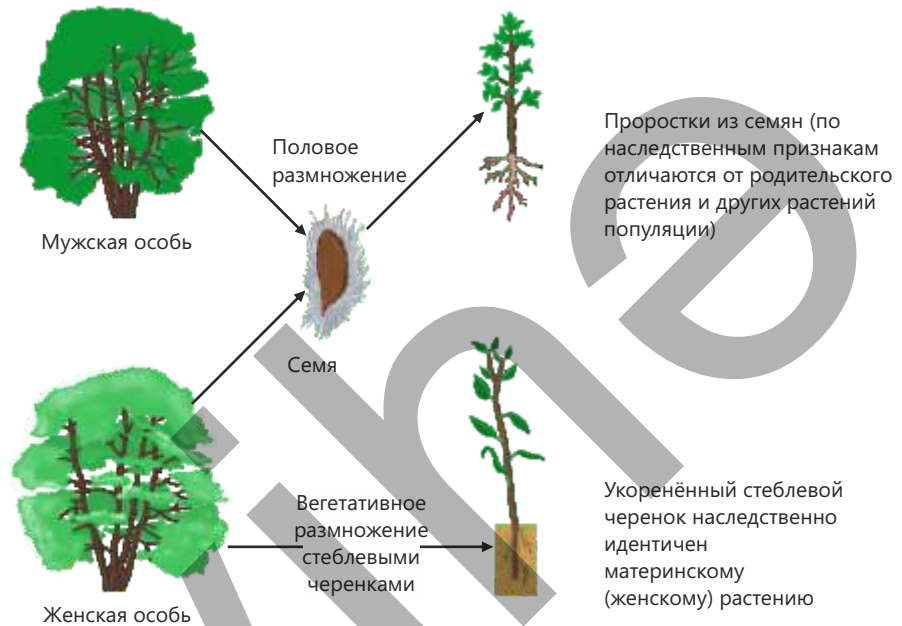
Признаки особей, относящихся к одному виду, определяются последовательностью генов, характерных для данного вида и расположенных в хромосомах, полученных от родителей. Изменения в хромосомах или в последовательности генов приводят к возникновению различий между особями данного вида. Возникновение новых признаков и свойств в результате изменений в структуре хромосом и генов у организмов называется *наследственной изменчивостью*.

В процессе мейоза перекрёст хромосом и случайное расхождение хромосом к полюсам обеспечивают образование новых комбинаций генов. Это является проявлением наследственной изменчивости.

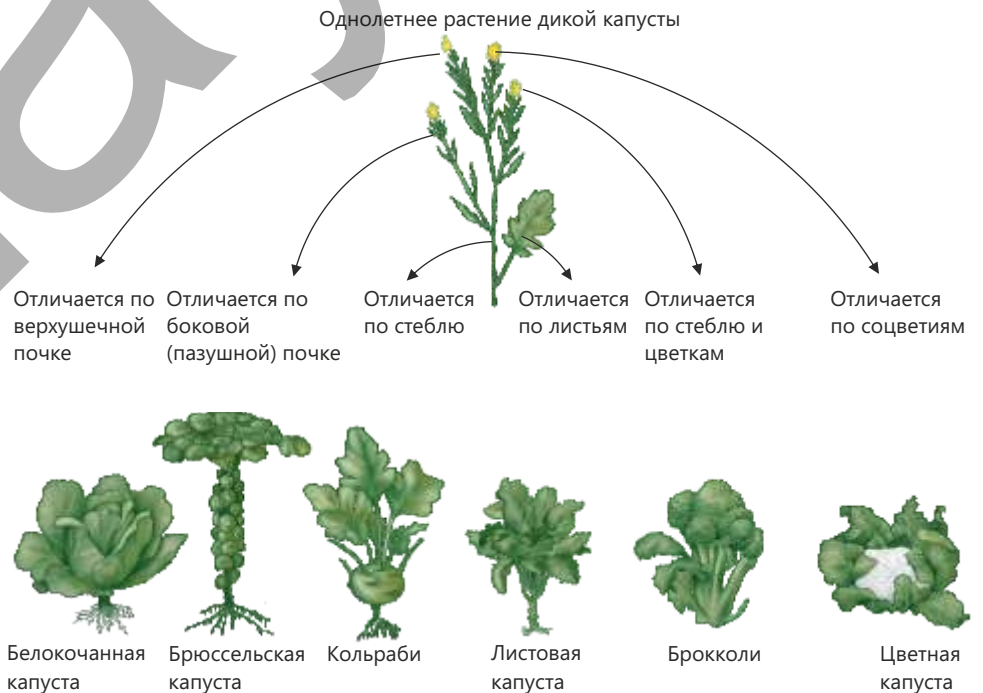


Особи одной и той же популяции в определённой степени по своим генам отличаются друг от друга. Зародыш, развивающийся из зиготы, формируется под влиянием генов как материнского, так и отцовского организма. Поэтому особи по одному признаку могут быть похожи на мать, по другому – на отца, а по третьему – обладать промежуточными признаками, сходными с обоими родителями.

Таким образом, случайный отбор и слияние мужских и женских гамет является одним из основных факторов, обеспечивающих наследственную изменчивость.



Наследственные изменения, передаваясь из поколения в поколение, служат основным материалом для индивидуального развития организмов и лежат в основе искусственного отбора, проводимого человеком по желаемым признакам.



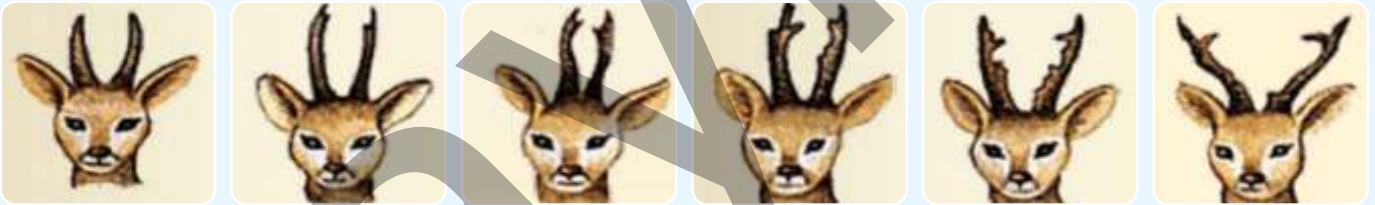
Определение наследственной изменчивости имеет большое значение. Это помогает различать как отдельных особей, так и виды. Наследственные различия, встречающиеся внутри одного вида, способствуют лучшей адаптации особей к изменяющимся условиям среды. В свою очередь, это облегчает приспособление вида к различным условиям в течение длительного времени. Наследственные различия между видами используются при их классификации.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Можно ли считать использование индивидуальных особенностей для распознавания людей с помощью биометрических технологий примером практического применения наследственной изменчивости? Почему?

### Примените полученные знания

- Животные, изображённые на рисунке, относятся к виду Сибирской косули (*Capreolus pygargus*). Как видно, у особей этого вида наблюдается заметное разнообразие в строении рогов.



Обсудите:

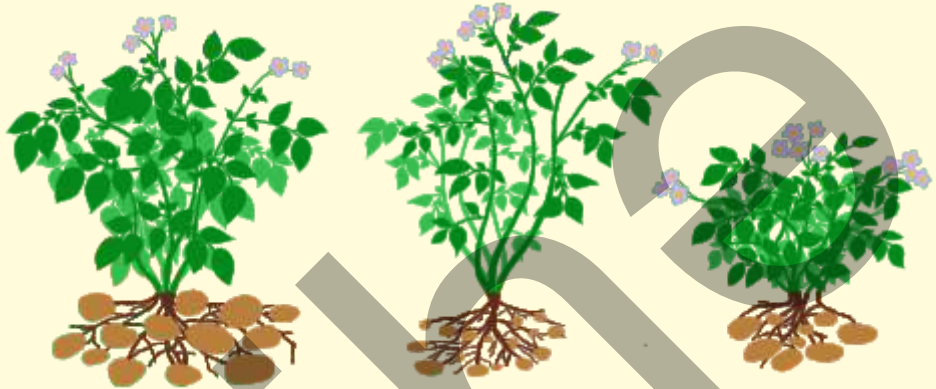
1. Как вы думаете, по каким причинам могла возникнуть эта изменчивость? Какие факторы повлияли на форму и размеры рогов?
2. Какие преимущества могут давать эти различия для вида? Обоснуйте своё мнение.

### Проверьте полученные знания

1. Почему наследственные признаки у особей одного вида не являются полностью идентичными?
2. Приведите пример наследственной изменчивости, учитывая сходства и различия внутри семьи.

## 7.2 Модификационная изменчивость

При выращивании клубней одного и того же растения картофеля в различных условиях среды невозможно найти два полностью одинаковых растения. Уже через несколько недель становится заметно, что эти растения отличаются друг от друга по высоте стебля, степени ветвления, степени развития корневой системы, числу и размеру листьев и клубней, а также по ряду других признаков.



- Чем можно объяснить различия в их внешнем виде, несмотря на то, что все три растения получены от одного и того же растения картофеля?
- Носят ли все эти изменения наследственный характер?
- Возникли бы эти различия, если бы растения выращивались в одинаковых условиях среды?

Ключевые слова

модификационная изменчивость, норма реакции, вариационный ряд, вариационная кривая

Не все признаки организмов являются наследственными. Организмы с одинаковыми генами, развиваясь в разных условиях, могут значительно различаться по своим признакам. Некоторые признаки формируются под влиянием окружающей среды, в результате чего возникает изменчивость.

Под окружающей средой понимается не только экологическая среда, в которой обитает организм. Например, различные виды деятельности человека, образ жизни и питание также являются важными факторами, влияющими на развитие организма.

Изменения признаков, происходящие в определённых пределах под влиянием факторов окружающей среды без изменения генов организма, называются **модификационной изменчивостью**. Эти изменения не передаются по наследству следующим поколениям.

Одной из важных особенностей модификационной изменчивости является её направленный характер: под воздействием факторов среды формируются предсказуемые изменения признаков.

Деятельность

**Влияние факторов среды на изменчивость**

**Ход работы:**

• Заполните следующую таблицу. Укажите, на какие признаки растения картофеля могут влиять различные факторы среды (свет, температура, вода, состав почвы).

Фактор среды	Свет	Температура	Вода	Почва
Признаки, на которые может оказывать влияние				

**Обсудите:**

1. На двух примерах объясните, какие признаки могут различаться у двух организмов с одинаковыми генами, если они выращиваются в разных условиях среды.
2. Приведите пример из своей повседневной жизни: каким признаком, который изменяется под влиянием окружающей среды, но не является наследственным, вы обладаете?

Для изучения влияния факторов среды на изменчивость человека особое значение имеет сравнение условий жизни однояйцевых близнецов. Однояйцевые близнецы бывают одного пола и, поскольку обладают одинаковыми генами, их наследственные признаки полностью сходны. Однако многие признаки и особенности поведения человека формируются под влиянием как наследственности, так и факторов среды.

Поэтому жизнь близнецов в разных условиях позволяет лучше понять роль наследственности и среды. Например, один из близнецов регулярно занимается спортом и ведёт здоровый образ жизни, тогда как образ жизни другого является пассивным. Через некоторое время их телосложение и ряд других признаков будут различаться. Хотя предрасположенность к атлетическому телосложению является наследственной, без регулярных тренировок и правильного питания этот признак полностью не проявляется.

Наблюдаемые различия между близнецами являются результатом влияния среды и представляют собой ненаследственную изменчивость. Таким образом, степень модификации зависит от силы и продолжительности воздействия факторов. Например, развитие скелетных мышц зависит от интенсивности тренировок, а количество меланина в коже – от продолжительности воздействия солнечных лучей.





Растение, выращенное методом бонсай



Растение, растущее в естественных условиях в Бразилии

Под влиянием определённых условий среды все особи растений одного и того же вида отличаются друг от друга по времени цветения, размеру и срокам созревания плодов, устойчивости к засухе и другим признакам.

Известно, что одни и те же сорта растений при благоприятных климатических условиях, хорошем удобрении, поливе и достаточном освещении хорошо кустятся и дают высокий урожай. Например, растение, выращенное методом бонсай, имеет те же гены, что и дерево, растущее в естественных условиях. Однако при выращивании в горшке и ограниченном пространстве рост его корней сдерживается. Небольшие размеры дерева обусловлены не генами. Если растение не получает достаточного количества света, воды и минеральных веществ, его рост также ограничивается.

Это является примером изменчивости, которая возникает под влиянием окружающей среды, протекает в одном направлении и имеет сходный характер.

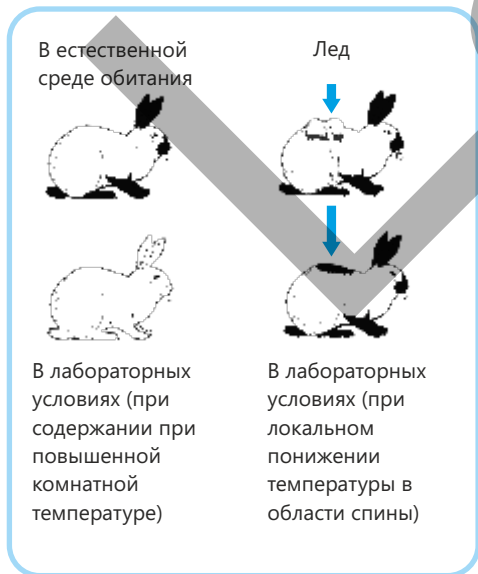
Модификационная изменчивость носит массовый (групповой) характер. Это означает, что при изменении условий среды у всех особей, обладающих схожей наследственностью, признаки изменяются в одном направлении.

Количество и качество пищи, климат и условия обитания вызывают у животных одного вида изменения, проявляющиеся в размерах тела, головы и конечностей, толщине кожи, окраске, длине и густоте шерстного покрова, а также в особенностях поведения.

Например, у некоторых млекопитающих в зависимости от температуры окружающей среды может изменяться окраска шерсти. При этом изменяется не ген, а проявление признака. Так, у кроликов Горностаевой породы при высокой температуре шерсть на теле остаётся белой, а при низкой (около 0°C) становится тёмной. Эта особенность в определённой степени обусловлена наследственностью.

Модификационная изменчивость чаще всего является обратимым процессом. При изменении условий среды гены остаются неизменными, изменяются лишь признаки в определённых пределах.

Когда организм возвращается в прежние условия, соответствующие признаки также возвращаются к исходному



состоянию. Например, при хороших условиях содержания и кормления масса животных увеличивается, а при недостатке пищи – уменьшается.

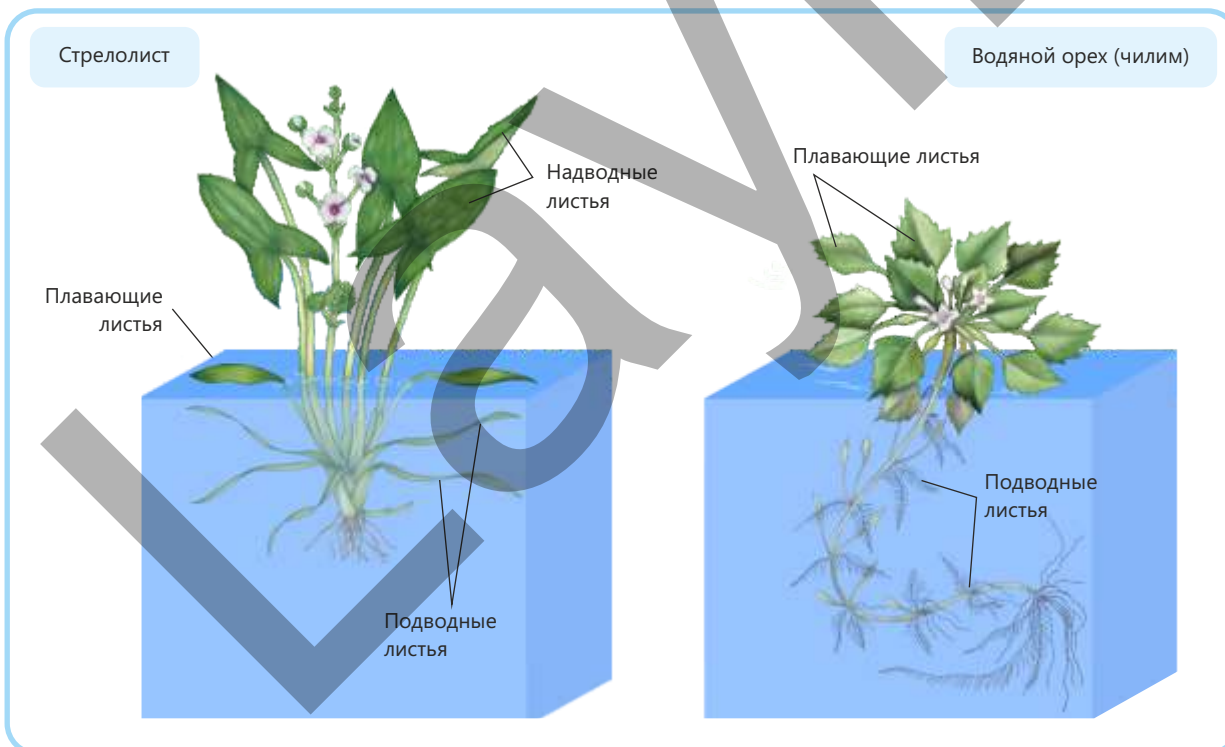
Одноклеточная зелёная эвглена при длительном пребывании в условиях слабого освещения теряет свою окраску. Это связано с постепенным разрушением хлорофилла в хлоропластах и переходом организма к гетеротрофному питанию. При возвращении к нормальному освещению зелёная окраска эвглены и процесс фотосинтеза восстанавливаются.

Значение модификационной изменчивости заключается в том, что она позволяет организмам приспосабливаться к различным внешним факторам без изменения их генов. Эта изменчивость облегчает адаптацию особей популяции и способствует их выживанию в изменяющихся условиях окружающей среды.

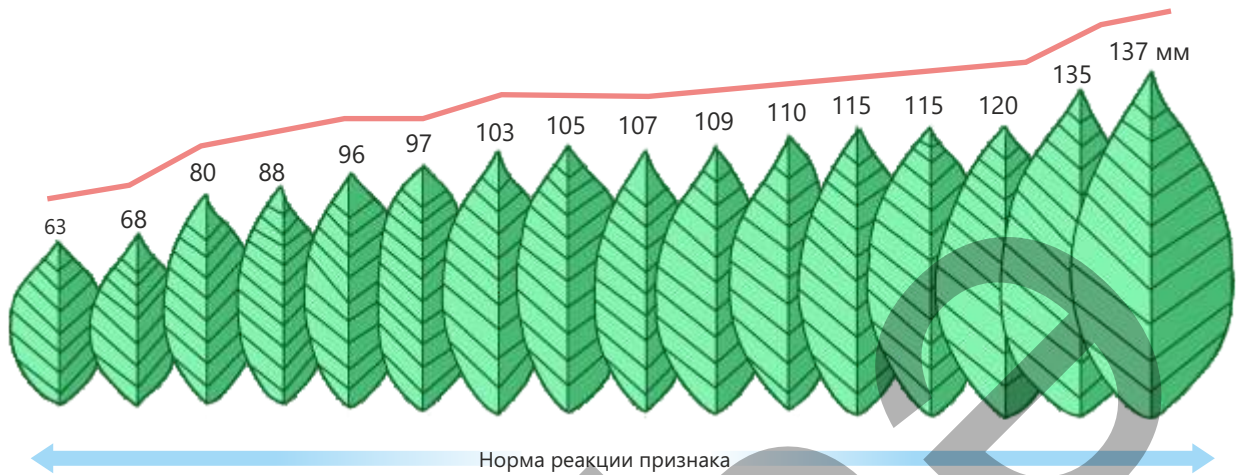
#### Норма реакции. Статистические закономерности изменчивости

Пределы модификационной изменчивости признака – диапазон между его максимальными и минимальными значениями – называются **нормой реакции**.

Форма и размеры цветков растений, диаметр эритроцитов, жирность молока у животных относятся к признакам с относительно узкой нормой реакции.



Такие признаки, как высота стебля растения, длина и число листьев, масса тела животных и рост человека, характеризуются широкой нормой реакции.



Для определения закономерностей изменчивости количественных признаков, поддающихся измерению, используют различные статистические методы, в том числе построение **вариационного ряда** и **вариационной кривой**. Например, если определить рост учащихся одного возраста в случайно выбранной школе и расположить их значения в порядке возрастания, получится вариационный ряд.

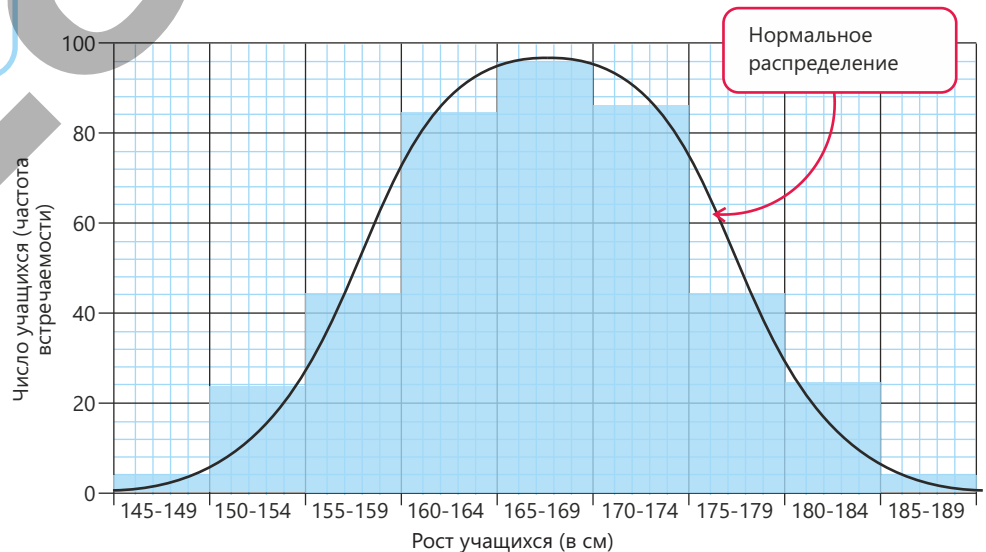
Рост учащихся (варианта, в см)	V	145-149	150-154	155-159	160-164	165-169	170-174	175-179	180-184	185-189
Число учащихся (частота встречаемости, человек)	p	4	20	44	84	96	88	48	24	8

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Может ли признак выйти за пределы нормы реакции? Почему?

Чем шире норма реакции, тем выше способность организма приспосабливаться к изменяющимся условиям среды и выживать.

Частота встречаемости признаков может быть также представлена графически в виде вариационной кривой.



**Примените полученные знания**

Определите рост и размер обуви у девочек или мальчиков в вашем классе и постройте вариационный ряд и вариационную кривую.

**Обсудите:**

- **Какие из этих признаков имеют широкую и узкую норму реакции?**
- **Вычислите среднее значение этих признаков.**
- **Как вы думаете, существует ли взаимосвязь между ростом человека и размером стопы? Обоснуйте своё мнение.**
- **Как вы считаете, какие ещё размеры тела могут изменяться вместе с ростом человека?**
- **Почему производители одежды, зная рост человека, могут в определённой степени предположить и другие размеры его тела?**

**Проверьте полученные знания**

1. Чем модификационная изменчивость отличается от наследственной изменчивости?
2. Что выражает норма реакции?
3. Сравните модификационную изменчивость и норму реакции. В чём их различие?
4. Какие признаки имеют узкую, а какие – широкую норму реакции?

**A** Масса семени

**B** Число колосков у пшеницы

**C** Цвет глаз

**D** Длина шерсти у овец

5. Проанализируйте вариационный ряд, составленный по данным одноклассников, и определите, в каких группах роста наблюдается наибольшее количество учащихся.
6. Насколько надёжно производители одежды могут определять другие параметры тела человека, основываясь только на его росте? Обоснуйте свой ответ.

## 7.3 Естественный отбор

Во время своих путешествий Чарльз Дарвин проводил многочисленные наблюдения и собирал образцы флоры и фауны. На Галапагосских островах в Тихом океане он изучал изменчивость формы и строения клювов у вьюрков.



- Почему клювы у изображённых вьюрков имеют разную форму?
- Как вы думаете, изменения формы клюва у вьюрков носят наследственный характер?
- Как, по вашему мнению, разнообразие строения клюва влияет на выживаемость и вероятность размножения вьюрков?

**Ключевые слова** естественный отбор, движущий отбор, стабилизирующий отбор, дизруптивный отбор

Условия среды обитания живых организмов постоянно изменяются по различным причинам. В популяции особи ведут непрерывную борьбу за существование – за место обитания и необходимые ресурсы. Те, кто лучше приспособлен к условиям окружающей среды, выживают, а те, кто не может приспособиться, проигрывают в этой борьбе и погибают.

Например, у берёзовой пяденицы форма и окраска пятен на крыльях различаются. У этих бабочек существуют особые гены, обеспечивающие тёмную окраску. В 1850-х годах в городе Манчестер (Великобритания) большинство таких



бабочек имели светлую окраску крыльев. Однако к 1895 году у 98% этих бабочек крылья были тёмного цвета.

В тот период деятельность многочисленных промышленных предприятий в городе привела к загрязнению воздуха, поверхности зданий и стволы деревьев покрылись сажей и потемнели. В результате светлые бабочки стали более заметными на потемневшем фоне и их чаще поедали птицы. Тёмные бабочки, которые были менее заметны в таких условиях, выживали и интенсивнее размножались. Поэтому их численность в популяции постепенно увеличивалась. Таким образом, окружающая среда естественным образом “отбирает” полезные наследственные изменения, и эти признаки передаются следующему поколению. Естественный отбор – это процесс, при котором особи, обладающие определёнными наследственными признаками и лучше приспособленные к условиям среды, выживают и оставляют потомство чаще, чем другие.

## Деятельность

**Факторы естественного отбора****Ход работы:**

1. Проанализируйте каждый представленный сценарий, опираясь на принципы естественного отбора.
2. Определите, у какого животного на острове, где обитают разные группы животных, вероятность выживания выше.

I сценарий	II сценарий
<p>На острове часто бывает засуха, во время которой в источниках возникает нехватка воды. У какого животного вероятность выживания выше?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Крупное травоядное животное, у которого высокая потребность в воде</li> <li>• Небольшое млекопитающее, удовлетворяющее потребность в воде за счёт растений</li> <li>• Птица, переселяющаяся на другие острова в поисках воды</li> <li>• Пресмыкающееся, способное долгое время обходиться без воды</li> </ul>	<p>На острове появился новый хищник, поедающий птиц преимущественно с яркой окраской перьев. У каких особей вероятность выживания выше? Обоснуйте свой ответ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Птицы с ярким оперением, не имеющие других защитных механизмов</li> <li>• Птицы с тусклой окраской оперения, но способные быстро летать</li> <li>• Птицы с ярким оперением и ядовитым мясом</li> <li>• Птицы, окраска которых не выделяется на фоне окружающей среды</li> </ul>

**Обсудите:**

1. С какими поведенческими и структурными приспособлениями связано то, что пресмыкающиеся могут длительное время обходиться без воды?
2. Как изменится процесс естественного отбора, если на острове искусственно увеличить количество источников воды? Обоснуйте свой ответ.
3. Как наследование маскировки или других защитных признаков влияет на будущее поколения популяции?

Такие абиотические факторы среды, как свет, температура, вода и почва, оказывают на организмы прямое или косвенное воздействие. В некоторых случаях эти факторы могут ограничивать рост численности популяции. Суточные и сезонные изменения климатических условий ещё больше усиливают конкуренцию между особями внутри популяции.

Ресурсы, необходимые для существования организмов, такие как пища, вода, солнечная энергия, воздух, территория и укрытие, являются ограниченными. Потребности особей одного вида в этих ресурсах и способы их получения схожи. Взаимодействия между организмами усиливают как внутривидовую, так и межвидовую борьбу.

### Интенсивность размножения

Если рост численности организмов в популяции не регулируется, происходит их чрезмерное размножение, в результате чего через некоторое время численность особей превышает возможности среды по их обеспечению ресурсами и условиями для жизни.

### Внутривидовая конкуренция

Поскольку особи внутри популяции имеют одинаковые экологические потребности и обитают в одной и той же среде, конкуренция между ними носит более острый характер.

### Преимущество в конкуренции

В борьбе за ресурсы выживают особи, обладающие преимуществом, и они оставляют больше потомства. У менее приспособленных особей вероятность выживания и размножения снижается.

### Ограниченные ресурсы и влияния

Ограниченные ресурсы среды, хищники и болезни влияют на рост численности популяции.



### Результат естественного отбора

Через определённое время может сформироваться новая группа, в которой преобладают особи, лучше приспособленные к данным условиям среды.

Например, у растений существует конкуренция за одну и ту же территорию и одни и те же ресурсы (свет, воду, минеральные вещества). У животных основными формами биологической конкуренции являются борьба за убежище и самок, конкуренция хищников за добычу, а также стремление жертв избежать хищников.

В условиях конкуренции одни организмы получают преимущество над другими за счёт более интенсивного размножения, большего поглощения солнечной энергии, способности защищаться, а также устойчивости к изменениям температуры и неблагоприятным воздействиям.

В результате особи, обладающие полезными для вида наследственными изменениями, лучше и быстрее приспособливаются к существующим условиям среды и обладающие высокой способностью к размножению, "отбираются", а неспособные приспособиться особи в этой борьбе погибают. Таким образом, взаимодействие с абиотическими и биотическими факторами составляет основу естественного отбора.

В зависимости от условий окружающей среды естественный отбор может действовать в разных направлениях и приводить к различным эволюционным результатам.

Однако в относительно стабильных условиях среды естественный отбор не приводит к крупным и значительным изменениям в популяции. В таких случаях, поскольку организмы хорошо приспособлены к существующим условиям, естественный отбор способствует сохранению средних значений признаков.

Признаки, отклоняющиеся от нормы, постепенно исчезают. Например, в популяциях птицы зарянки, обитающей в относительно стабильной среде, особи обычно откладывают в среднем четыре яйца. Такое количество позволяет родителям обеспечить птенцов достаточным количеством пищи и их выживание до зрелого возраста. Если откладывается пять и более яиц, родительские особи не могут полноценно прокормить всех птенцов, что приводит к их ослаблению или гибели. С другой стороны, если откладывается от одного до трёх яиц, возрастает вероятность гибели потомства из-за хищников или других опасностей, что ставит под угрозу продолжение рода. Поэтому особи, откладывающие меньше или больше четырёх яиц, реже выживают и размножаются. В результате в популяции сохраняются преимущественно особи со средним числом яиц.

Эта форма естественного отбора называется **стабилизирующим отбором**. Стабилизирующий отбор приводит к сужению нормы реакции и обеспечивает длительное сохранение признаков в популяции из поколения в поколение без существенных изменений.

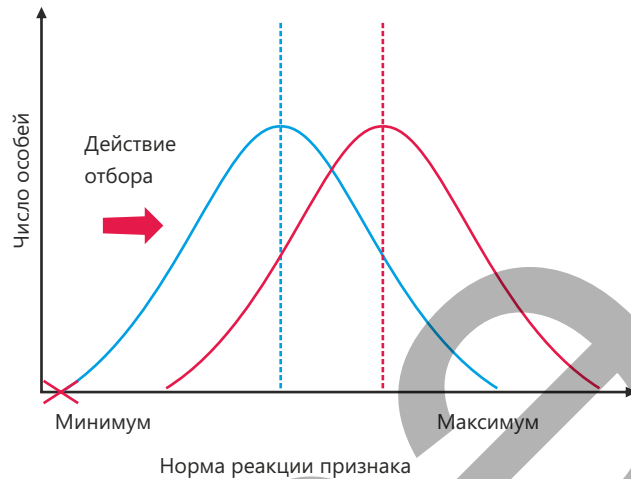
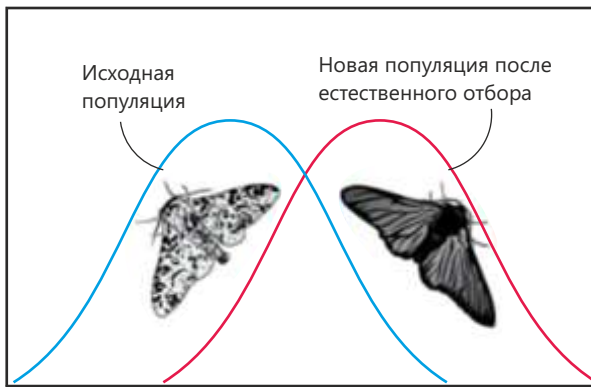


Однако при изменении условий среды существующая форма организмов или большинство их признаков могут оказаться недостаточно подходящими к новым условиям. В этом случае популяция постепенно приспосабливается к новым условиям, и естественный отбор изменяет как среднее значение признаков, так и всю их норму реакции в определённом направлении. Одни признаки усиливаются, другие ослабевают. В соответствии с изменениями среды в популяции начинают преобладать новые признаки, которые со временем закрепляются. В результате формируется новая норма реакции.

Например, как это наблюдается в популяции берёзовой пяденицы в промышленных городах. Эта форма естественного отбора называется **движущим отбором**. Когда новые признаки достигают среднего уровня в популяции, начинает действовать стабилизирующий отбор, обеспечивающий их сохранение.

Ещё одним примером движущего отбора является развитие устойчивости бактерий к антибиотикам. Длительный и бесконтрольный прием антибиотиков при лечении бактериальных заболеваний усиливает действие отбора в популяциях бактерий. Например, в популяции бактерий золотистого стафилококка некоторые особи оказываются устойчивыми к воздействию антибиотика метициллина, принимаемого в течение длительного времени. При отсутствии антибиотика эти бактерии живут в тех же условиях, что и остальные. Однако при его приеме большая часть популяции погибает, и выживают только устойчивые к антибиотику бактерии. Эти выжившие бактерии размножаются и дают новое поколение. В результате со временем большая часть популяции становится устойчивой к антибиотикам.

Таким образом, в результате движущего отбора признаки и генетический состав популяции изменяются в определённом направлении.



В некоторых случаях при изменении условий среды преимущество в выживании и размножении получают особи, различающиеся по внешнему виду и признакам. Например, в популяции гималайских кроликов особи с тёмно-серой и серовой окраской шерсти имеют больше шансов на выживание, так как лучше маскируются в скалистой местности. В таких условиях естественный отбор устраняет средние формы признака (например, белых кроликов), но способствует выживанию резко отличающихся особей. В результате популяция по данному признаку разделяется на две или более группы. Эта форма естественного отбора называется **дизруптивным отбором**. Дизруптивный отбор приводит к увеличению внутривидового разнообразия.

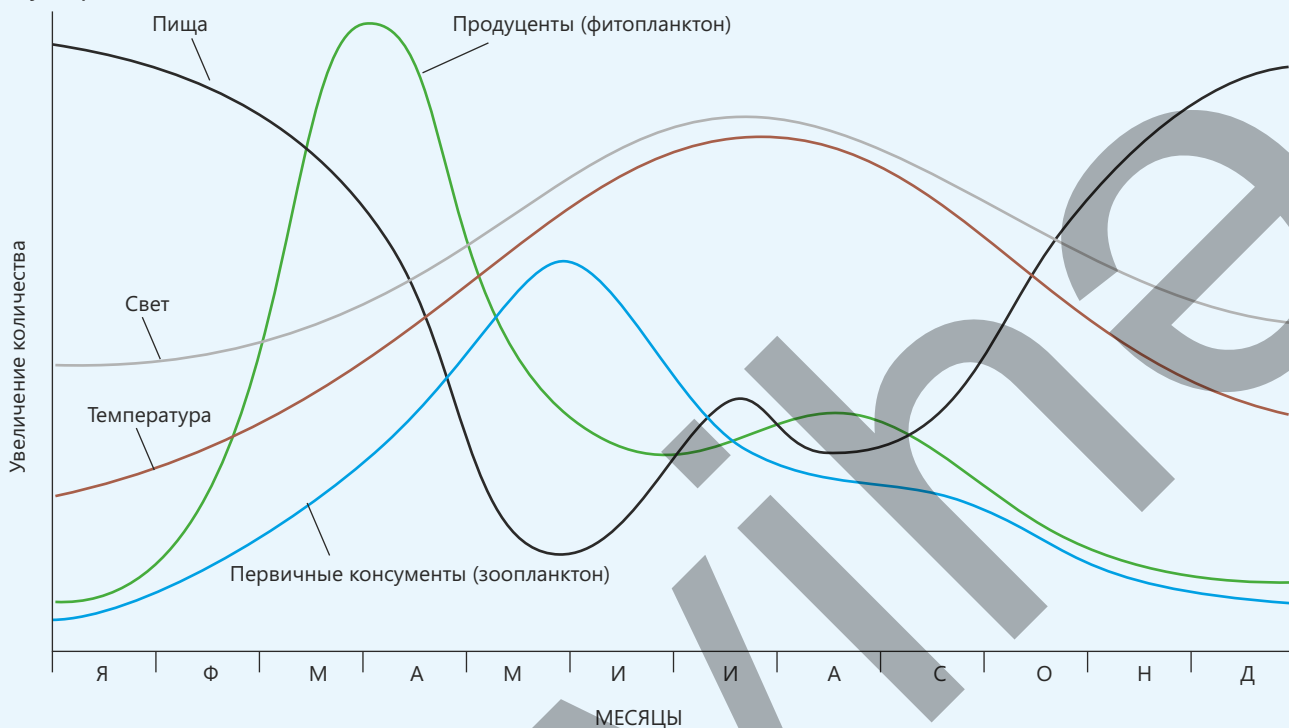


- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

На тропическом острове встречаются птицы с различной формой клюва. Какие особи будут выживать чаще? Почему?

### Примените полученные знания

Рассмотрите результаты исследования, проведённого в пресноводном озере региона с умеренным сезонным климатом.



#### Обсудите:

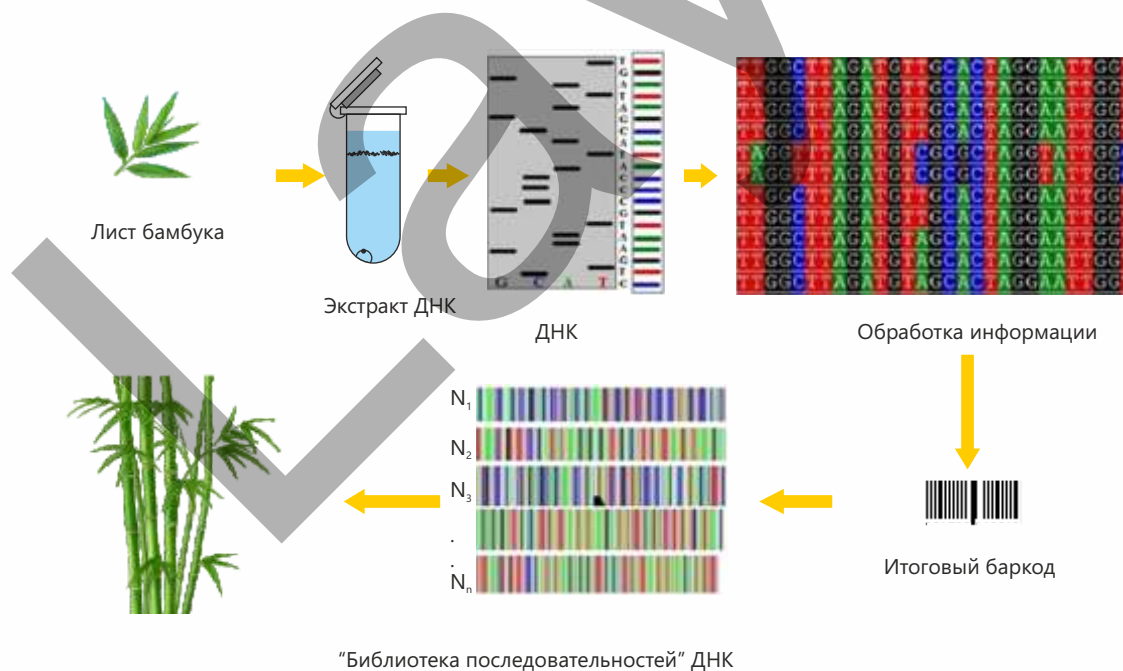
- Почему в мае–июне, несмотря на благоприятные условия освещения и температуры, численность фитопланктона быстро уменьшается? На выживание и размножение каких особей в популяции влияет это снижение? К какому типу отбора – стабилизирующему, движущему или дизруптивному – можно отнести этот процесс?
- Каков наиболее вероятный источник увеличения количества питательных веществ в озере в октябре? Как это увеличение влияет на выживание новых особей и какой форме естественного отбора соответствует?

### Проверьте полученные знания

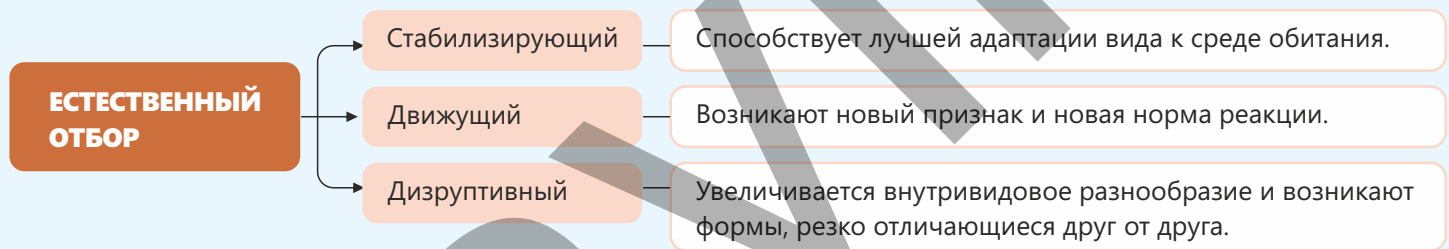
1. Каковы основные различия между стабилизирующим, движущим и дизруптивным отбором?
2. Какие особи в популяции получают преимущество в выживании и размножении при изменении условий среды и как этот процесс влияет на дальнейшее развитие популяции?
3. Что означает сужение нормы реакции организмов и с какой формой отбора это связано?

# Наука, технология, жизнь

Разнообразие, основанное на наследственных изменениях в последовательности ДНК, можно определить с помощью специальных методов – ДНК-баркодирования и по отпечаткам пальцев. Эти наследственные различия между видами позволяют исследователям различать даже очень похожие организмы. ДНК-баркодирование – это метод определения и классификации видов на основе анализа короткой и стандартной последовательности ДНК из определённого участка гена. Выбранная последовательность ДНК (нуклеотиды А, Т, Ц, Г) является характерной для каждого вида и напоминает “штрих-код” на товарах в супермаркетах. Так же как штрих-код позволяет быстро и удобно считывать информацию с помощью технических средств, ДНК-баркодирование обеспечивает быстрое и точное распознавание организма путём сравнения неизвестной последовательности ДНК с известной “библиотекой последовательностей”. Этот метод широко применяется для определения неизвестных видов растений, животных и грибов, а также для мониторинга биоразнообразия в экосистемах.



# Заключение



## ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР И ЭВОЛЮЦИЯ



# Обобщающие задания

## 1. Отметьте верные утверждения (✓).

Утверждения	Верно	Неверно
Все признаки человека передаются по наследству.		
Цвет глаз ребёнка может отличаться от цвета глаз одного из родителей.		
Наследственные признаки управляются генами.		
Окружающая среда влияет на массу тела человека.		
Цвет кожи является исключительно наследственным признаком.		
Потомки наследуют признаки только от одного родителя.		

## 2. Сгруппируйте представленные признаки.

- a. Скорость заживления ран*
- b. Физические способности человека*
- c. Урожайность растений*
- d. Цвет зерна пшеницы*
- e. Гладкая или морщинистая форма семян гороха*
- f. Изменение поведения у животных*
- g. Гемофилия (несвёртываемость крови)*
- h. Цвет и узор крыльев у бабочек*

Наследственная изменчивость

---

---

---

---

---

Модификационная наследственность

---

---

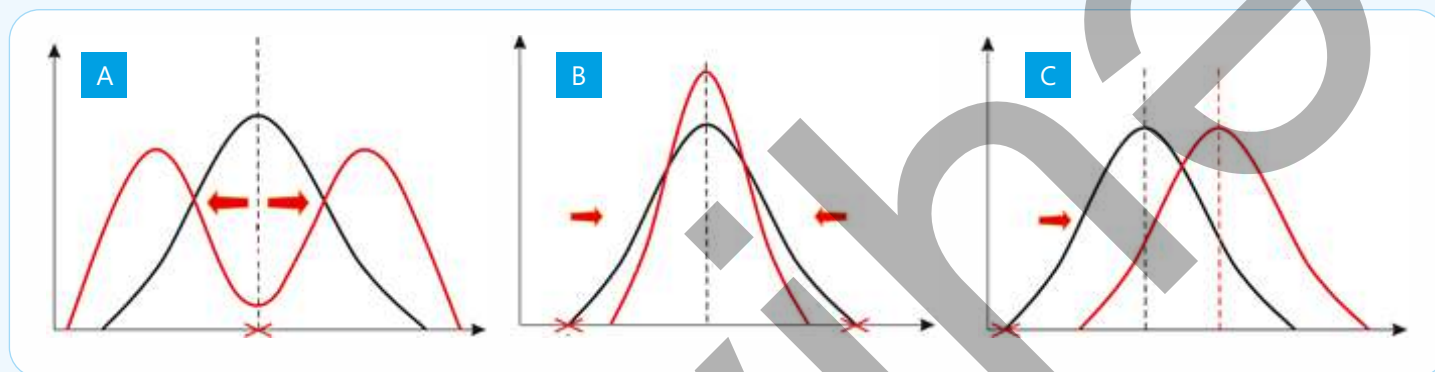
---

---

---

3. В водоёме, когда пищи в виде мальков других рыб недостаточно, те мальки щуки, которые растут быстрее, питаются более мелкими особями своего вида и развиваются лучше. В этих условиях остальные особи, питаясь только планктоном, остаются небольшого размера.

Каким графиком возможно продемонстрировать схематическое изображение формы естественного отбора, действующего на данную популяцию? Определите верный вариант. Обоснуйте своё мнение.



4. Постройте вариационную кривую признака длины крыльев для данной популяции бабочек и, используя формулу  $M = \frac{\sum(V \cdot P)}{n}$ , вычислите среднее значение модификационной изменчивости данного признака.

**M** – среднее значение  
**V** – длина крыльев  
**P** – число случаев встречаемости крыльев такой длины  
**n** – общее число особей в популяции  
**Σ** – символ суммы



раздел

# 8

## Деятельность человека и окружающая среда

В результате деятельности человека атмосфера, водоёмы и наземные экосистемы подвергаются различным негативным воздействиям. Загрязнение атмосферы приводит к увеличению содержания вредных веществ в воздухе, изменению климата и созданию угрозы для здоровья живых организмов. При загрязнении водоёмов сокращаются запасы питьевой воды и возникает опасность для жизни организмов, обитающих в водных экосистемах.



Загрязнение экосистем суши в результате вырубки лесов, накопления неразлагающихся пластиковых отходов и неконтролируемого развития туризма приводит к снижению плодородия почв, исчезновению видов, а также усилению эрозии и учащению наводнений.

Все эти процессы нарушают равновесие экосистем и оказывают непосредственное влияние на жизнь человека.

- В 1932–1968 годах в японском городе Минамата произошел одно из самых серьезных случаев загрязнения воды. Отходы химического завода, содержащие ртуть, сбрасывались в залив. Морские организмы и люди, употреблявшие заражённые морепродукты, подверглись тяжёлому отравлению ртутью. В результате у тысяч людей были поражены мышечная и нервная системы, возникли нарушения зрения и речи, а более 2000 человек погибло.
- 1. Каким образом загрязнение атмосферы связано с изменением климата?
- 2. К каким экологическим проблемам в долгосрочной перспективе приводит сброс промышленных и бытовых отходов в водоёмы?
- 3. К каким тяжёлым последствиям для человека и других живых организмов может привести разрушение экосистем суши?

### Из раздела вы узнаете

- Деятельность человека оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на экосистемы
- Основные парниковые газы ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ) усиливают парниковый эффект, способствуя ускорению глобального потепления.
- Глобальное потепление негативно влияет на среду обитания растений и животных, биоразнообразию, изменение климатических зон и водные ресурсы
- Чрезмерное использование удобрений нарушает экологическое равновесие почвы и воды
- Вырубка лесов ускоряет эрозию почв, изменение климата, снижение биоразнообразия и уничтожение мест обитания
- Неразлагающиеся пластиковые отходы (полиэтиленовые пакеты, одноразовый пластик и др.) наносят серьёзный ущерб экосистемам, поскольку, не разлагаясь, сохраняются в окружающей среде длительное время
- Неконтролируемый туризм приводит к загрязнению природных территорий, повышению уровня шума, беспокойству живых организмов и нарушению экологического равновесия экосистем.

## 8.1 Загрязнение атмосферы

Воздух, которым мы дышим, вода, которую мы пьём, и среда, в которой мы живём, напрямую влияют на наше здоровье, а также на качество нашей жизни. В современную эпоху вредные газы, выбрасываемые в атмосферу в результате деятельности промышленных предприятий, транспорта, сельского хозяйства и лесных пожаров, вызывают серьёзные изменения в экосистемах.

- Как вы считаете, какими основными путями деятельность человека приводит к загрязнению атмосферы?
- Как изменения в составе воздуха могут повлиять на животных и растения?



Ключевые слова

кислотные дожди, парниковые газы, парниковый эффект

Солнечная энергия и энергия ветра, леса, воздух, вода, почва, нефть – это природные ресурсы, существующие в природе и используемые человеком. На протяжении веков жизнедеятельность людей изменялась. До XVII века основным занятием было сельское хозяйство, однако промышленная

революция XVIII века привела к формированию крупномасштабного производства. В результате этого увеличилось и использование природных ресурсов. Рост численности населения мира приводит к их более быстрому истощению. Деятельность человека способствует не только сокращению природных ресурсов, но и оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Уже более века энергия, используемая в сфере транспорта, в производственных процессах фабрик и заводов, а также для освещения домов, в основном добывается за счёт сжигания ископаемого

топлива — нефти, каменного угля и природного газа. В настоящее время около 90% производимой энергии получают из этих видов топлива. Рост потребности в энергии приводит к увеличению использования ископаемого топлива и усилению его воздействия на окружающую среду.

Загрязнение воздуха является одной из самых серьёзных экологических проблем современности. Оно возникает как в результате деятельности человека, так и под влиянием природных факторов. Однако по сравнению с человеческим воздействием доля природных факторов в загрязнении значительно меньше. Это связано с тем, что извержения вулканов, лесные пожары, пыльные бури и другие природные явления происходят на ограниченных территориях и значительно реже.

Деятельность

### Загрязнение воздуха

**Принадлежности:** небольшая стеклянная ёмкость или блюдце, вода, маленькая свеча, спички, стеклянные стаканы или банки разной высоты.

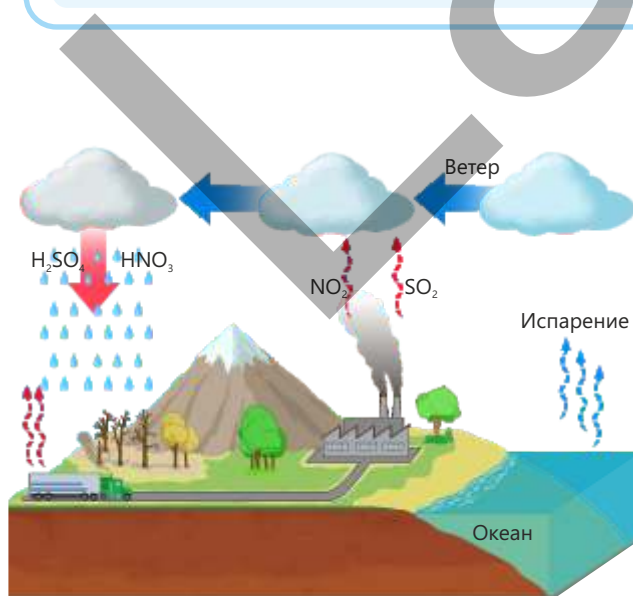
#### Ход работы:

1. Немного разогрейте нижнюю часть свечи и закрепите её в центре стеклянной ёмкости.
2. Налейте в ёмкость воду на высоту 1–2 см.
3. Зажгите свечу.
4. Быстро переверните стеклянный стакан и накройте им пламя горящей свечи.



#### Обсудите:

1. Почему свеча гаснет?
2. Почему вода внутри стеклянной ёмкости поднимается вверх?
3. По какой причине запотевают стенки банки изнутри?
4. Какие газы выделяются в воздух при горении и как они загрязняют атмосферу?
5. Как этот процесс связан с использованием кислорода в атмосфере? Обоснуйте своё мнение.
6. С чем, по вашему мнению, этот процесс схож с процессами, происходящими в реальной жизни (например, работа автомобильных двигателей, промышленных предприятий и т.д.)?



Несмотря на то, что в воздухе присутствуют сотни загрязняющих веществ, наибольшее негативное воздействие на атмосферу оказывают такие газы, как оксиды углерода ( $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$ ), оксиды серы ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ), оксиды азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) и метан ( $\text{CH}_4$ ). При сжигании ископаемого топлива в атмосферу выделяются диоксид серы, различные оксиды азота и другие вредные газы. Оксиды азота в основном образуются при сгорании топлива в автомобилях. Диоксид серы и оксиды азота, содержащиеся в воздухе, соединяются с каплями воды в облаках и образуют различные кислоты ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$ ).

Осадки, в которых содержатся эти вещества, называются кислотными дождями.

Кислотные дожди, выпадая на поверхность Земли, изменяют химический состав почвы и водоёмов. Они могут наносить серьёзный ущерб окружающей среде, воздействуя на живые организмы как напрямую, так и косвенно. Повышение кислотности почвы снижает её плодородие и затрудняет поглощение необходимых минеральных веществ из почвы растениями. Кислотные дожди уничтожают бактерии и грибы, участвующие в разложении органических веществ, из-за чего замедляется процесс возвращения минералов в почву.

Кислотные дожди повреждают листья растений, ослабляют процесс фотосинтеза и замедляют их нормальное развитие. Растения с повреждёнными листьями становятся более уязвимыми к болезнетворным патогенным организмам. Повышенная кислотность также негативно влияет на водоёмы и обитающие в них живые организмы. Рыбы, амфибии, а также одноклеточные организмы, к примеру протисты, плохо переносят кислую среду, поэтому в таких условиях они страдают в наибольшей степени.

Кислотные дожди приводят к сокращению численности некоторых видов и вынуждают их покидать места обитания. В таких условиях преимущество получают виды, более устойчивые к повышенной кислотности.

К примеру, лишайники являются биоиндикаторами уровня загрязнения воздуха. Поскольку у них нет корней, они получают воду и питательные вещества непосредственно из воздуха и очень чувствительны к загрязняющим веществам. Поэтому разнообразие видов лишайников является естественным показателем чистоты воздуха.



Более высокие и кустистые лишайники развиваются только в районах с чистым воздухом.



Листоватые лишайники преобладают в местах с умеренным загрязнением воздуха.



В сильно загрязнённых районах могут выживать только тонкие, накипные лишайники.

Загрязнение воздуха диоксидом серы ( $\text{SO}_2$ ) и угарным газом ( $\text{CO}$ ) опасно для здоровья человека. Диоксид серы раздражает дыхательные пути, затрудняет дыхание и повышает риск развития таких заболеваний, как астма и бронхит. При длительном воздействии он наносит серьёзный вред и лёгким. Угарный газ — это бесцветный и токсичный газ без запаха, образующийся при неполном сгорании угля, древесины и природного газа. Он связывается с гемоглобином примерно в 200–250 раз быстрее, чем кислород, образуя *карбоксигемоглобин*. В результате резко снижается способность крови переносить кислород, и в организме возникает кислородное голодание (гипоксия). Это приводит к повреждению нервной системы, нарушению сердечного ритма, сильным головокружениям и слабости.

### Парниковые газы и парниковый эффект

В атмосфере Земли присутствуют различные газы, среди которых особая группа играет ключевую роль в поддержании температуры, необходимой для существования жизни на Земле. Эти газы называются **парниковыми**.

Создавая в атмосфере своеобразную “газовую завесу”, они удерживают тепло в нижних слоях и способствуют формированию умеренного климата.

К основным парниковым газам относятся углекислый газ, метан, водяной пар и оксиды азота. Эти газы препятствуют полному уходу тепла, поступающего от Солнца, обратно в космос, и обеспечивают температурный диапазон, пригодный для жизни. Это явление называется **парниковым эффектом**.

Если бы этих газов не существовало, температура поверхности Земли была бы примерно на  $33^\circ\text{C}$  ниже, чем сейчас.

Углекислый газ образуется в результате естественных процессов, таких как дыхание живых организмов, разложение органических веществ, извержения вулканов и лесные пожары. Например, его количество увеличивается при сжигании ископаемого топлива и древесины, а также при разложении биомассы.

Метан образуется вследствие развития сельского хозяйства, птицеводства и скотоводства, на свалках отходов, в сточных водах и на рисовых полях, представляющих собой искусственные болота.

Такие жвачные животные, как овцы, козы, крупный рогатый скот и буйволы, в процессе пищеварения выделяют большое количество метана. В таких странах, как Новая Зеландия, более 30% ежегодных выбросов метана в атмосферу приходится именно на этих животных.

В последние столетия средняя температура поверхности Земли повышается. Это связано не

Анализ Институт космических исследований имени Годдарда НАСА



только с природными факторами, но и с увеличением количества парниковых газов, вызванным деятельностью человека, которая ещё больше увеличивает содержание парниковых газов в атмосфере. По мере роста их концентрации средняя температура Земли постепенно повышается и приближается к критическому уровню.

Парниковые газы препятствуют рассеиванию инфракрасного излучения в космос, что приводит к накоплению энергии в нижних слоях атмосферы. В результате поверхность Земли нагревается. Этот процесс называется **глобальным потеплением**.

Глобальное потепление – это процесс, оказывающий серьёзное негативное воздействие на поверхность Земли. Согласно компьютерному моделированию, изменение климата по-разному влияет на различные регионы мира: в одних районах наблюдаются длительные засухи и нехватка воды, в других – усиливаются осадки и наводнения из-за повышения уровня моря.

Кроме того, в некоторых регионах лето становится более жарким, а зима – более мягкой. В других же, наоборот, лето становится более прохладным и влажным, а зима – более суровой.

Глобальное потепление также представляет серьёзную угрозу для биоразнообразия. Повышение температуры вынуждает растения и животных изменять свои места обитания. Эти изменения затрагивают все экосистемы и увеличивают риск исчезновения некоторых видов.

Изменение растительного покрова, распространение тропических заболеваний в новых регионах, изменение миграционных путей животных, увеличение числа лесных пожаров и снижение продуктивности сельского хозяйства – всё это возможные последствия глобального потепления.

Использование чистых и возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, приводит к выбросу меньшего количества вредных газов в атмосферу. Это способствует предотвращению изменения климата.

Озеленение территорий, а также предпочтение общественного транспорта и велосипедов помогают снизить загрязнение, связанное с транспортом, и улучшают качество воздуха.

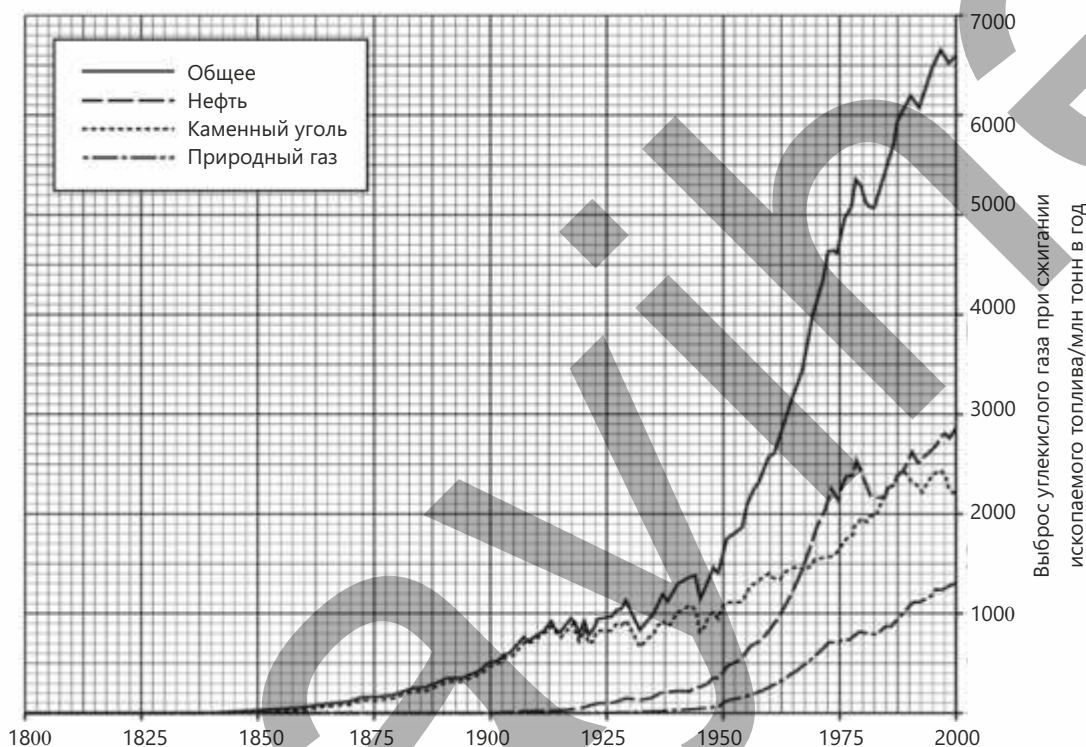
Восстановление экосистем, создание лесных полос, а также сокращение промышленных и бытовых отходов уменьшают объём вредных выбросов в атмосферу и вносят значительный вклад в охрану окружающей среды.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Является ли парниковый эффект сам по себе вредным, или проблема заключается в его усилении? Как вы считаете, какие конкретные меры необходимо предпринять, чтобы предотвратить чрезмерное усиление этого эффекта?

### Примените полученные знания

На графике представлены изменения объёмов выбросов углекислого газа в окружающую среду, обусловленных сжиганием трёх видов ископаемого топлива, в период с 1800 по 2000 годы.



**Обсудите:**

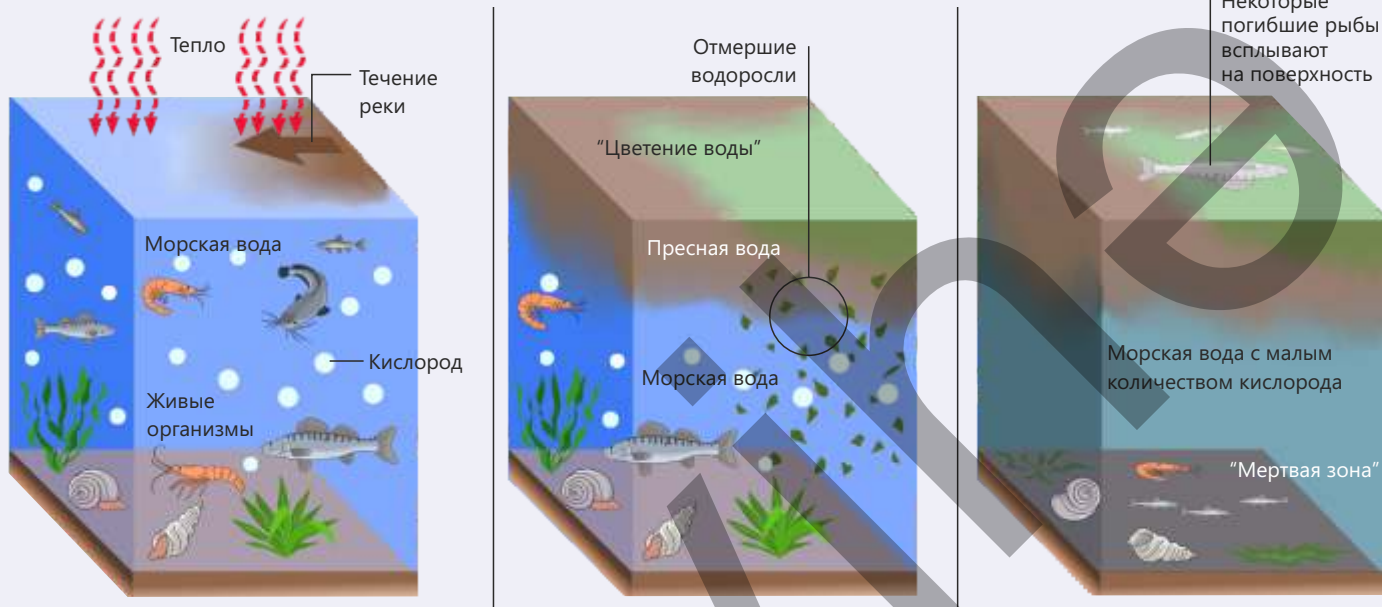
- Как изменяется количество углекислого газа по годам?
- Как, по-вашему, сжигание ископаемого топлива влияет на загрязнение воздуха и глобальное потепление?
- Напишите два возможных последствия изменения климата в регионе вашего проживания.

### Проверьте полученные знания

1. Расположите перечисленные источники – транспорт, производство энергии, сельское хозяйство и бытовые отходы – в порядке убывания их вклада в загрязнение атмосферы. Обоснуйте своё мнение.
2. С какими трудностями могут столкнуться будущие поколения, если глобальное потепление будет продолжаться?
3. Напишите два возможных последствия изменения климата в регионе, где вы проживаете.

## 8.2 Загрязнение водоемов

На рисунках представлена последовательность изменений одного и того же водоёма на трёх этапах. Она наглядно демонстрирует, как загрязнение воды влияет на состояние экосистемы:



- Сравните первый и третий рисунки. Какие различия вы видите?
- Какие изменения вызывают вещества, поступающие в водоём с речным стоком?
- Почему чрезмерное разрастание водорослей представляет опасность?
- Как удобрения, используемые в сельском хозяйстве, могут влиять на этот процесс?
- Какие источники могут вызывать загрязнение воды в местности, где вы проживаете?

Ключевые слова

эвтрофикация,  
биоаккумуляция,  
биомагнификация

Вода играет важную роль в обеспечении жизнедеятельности живых организмов. На Земле количество воды, пригодной для питья и использования, ограничено. Рост численности населения и чрезмерное загрязнение воды ещё больше повышают значимость охраны чистых водных ресурсов.

Деятельность человека, связанная с эксплуатацией экосистем суши и загрязнением атмосферы, а также глобальное потепление, приводят к загрязнению воды. Сточные воды и отходы промышленных предприятий, а также бытовые и канализационные стоки, сбрасываемые в водоёмы, загрязняют их.

Кроме того, удобрения и химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве, а также отходы горнодобывающей, нефтяной и ядерной промышленности, тяжёлые металлы из электронных устройств и батареек, попадая в водоёмы, вызывают каскадные изменения химического состава воды в водных экосистемах.

Деятельность

### Влияние питательных веществ на водные источники

**Принадлежности:** 1000 мл природной воды (речной, озёрной или прудовой), жидкая смесь удобрений, содержащая азот, фосфор и калий, 5 стаканов, мерные цилиндры на 10 мл и 100 мл, пипетка, микроскоп, предметное и покровное стекла, маркер и клейкая лента для этикеток.



#### Ход работы:

1. Подпишите стаканы как "Контроль", "2 мл", "4 мл", "6 мл" и "8 мл" и налейте в каждый по 200 мл воды.



2. Во все стаканы, кроме "Контроля", добавьте соответственно 2 мл, 4 мл, 6 мл и 8 мл смеси удобрений.



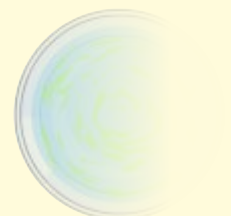
3. Возьмите одну каплю воды из стакана "Контроль", приготовьте временный препарат и проведите наблюдение под микроскопом. Сделайте записи, описывающие наблюдаемую картину.



4. Оставьте стаканы на 3 дня на подоконнике или под искусственным освещением.



5. Через 3 дня вы заметите рост водорослей в стаканах. Для наблюдений поставьте стаканы на белую поверхность или лист бумаги и наблюдайте воду сверху.



6. Возьмите по одной капле воды из каждого стакана, снова рассмотрите под микроскопом и сравните результаты.



7. Оставьте образцы ещё на 4 дня и повторите шаг 6.
8. Запишите полученные результаты в таблицу данных.

День/Дата	2 мл	4 мл	6 мл	8 мл	Контроль
Начальная дата					
3 дня спустя					
7 дней спустя					

#### Обсудите:

1. Как добавление смеси удобрений повлияло на размножение водорослей?
2. Какие факторы ускоряют рост водорослей?

Удобрения, используемые в сельском хозяйстве, а также бытовые и промышленные отходы содержат высокие концентрации веществ, содержащих азот и фосфор. Хотя эти вещества являются источником питания для растений и микроорганизмов, их избыточное применение наносит серьёзный вред водоёмам. Дождевая вода вымывает избыток удобрений из почвы и переносит их в реки и озёра. В результате количество удобрений и органических веществ в водоёмах быстро увеличивается.

В этом процессе, называемом **эвтрофикацией**, происходит бурный рост водорослей и водных растений. Во многих случаях водоросли покрывают поверхность воды зелёной плёнкой. При этом свет не проникает в глубинные слои воды, и растения не могут осуществлять фотосинтез.

Через некоторое время разросшиеся водоросли и водные растения массово отмирают. При их разложении происходит стремительное увеличение численности бактерий гниения. Эти микроорганизмы в процессе разложения потребляют большое количество кислорода. По мере уменьшения содержания растворённого кислорода в воде у рыб и других водных организмов затрудняется дыхание, что приводит к их гибели.

Такие участки становятся непригодными для жизни и превращаются в так называемые «мёртвые зоны». Это приводит к нарушению пищевых цепей в водной экосистеме и снижению биоразнообразия.

Уровень загрязнения рек и озёр исследователи измеряют с помощью специальных приборов. Однако иногда для оценки состояния водоёма проще и удобнее использовать живые организмы, обитающие в нём. К таким организмам относятся водоросли, рыбы и, в особенности беспозвоночные животные.

Индикаторная таблица, используемая в Англии для определения уровня загрязнения рек

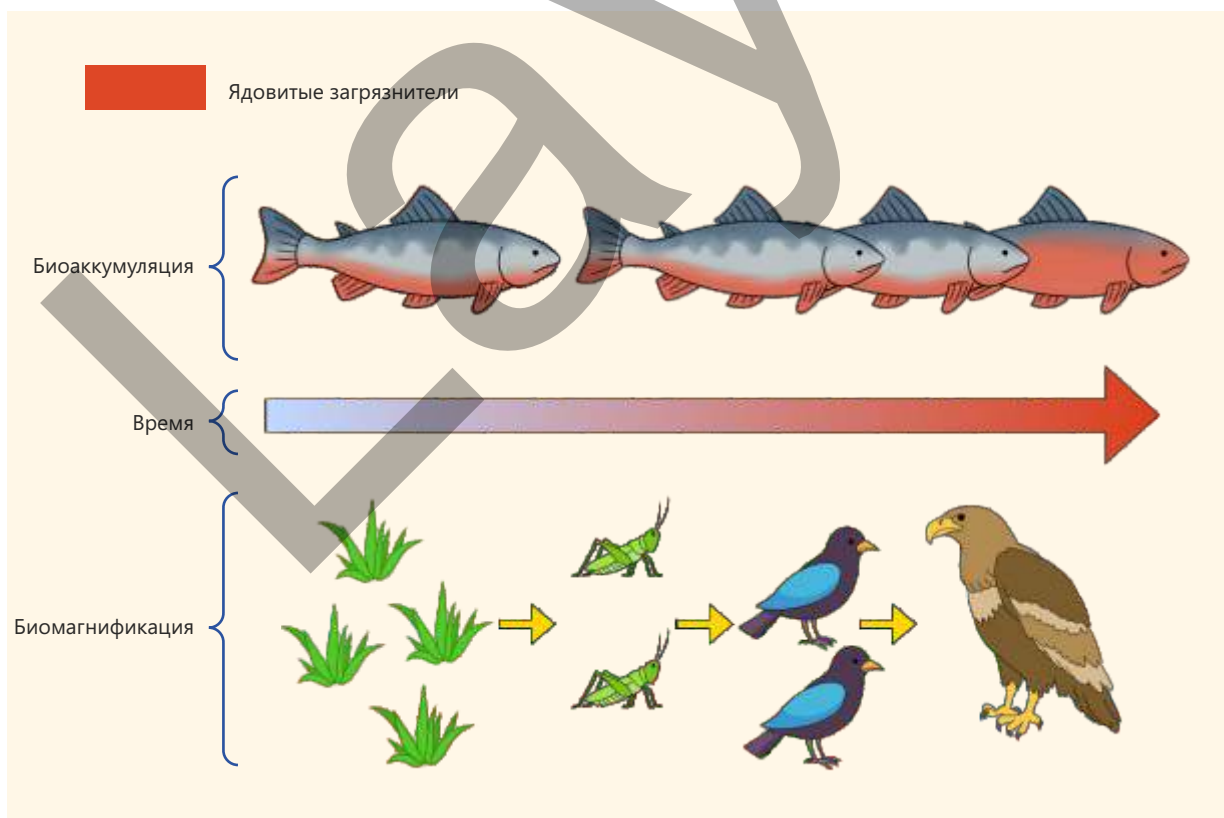
	Уровень загрязнения/концентрация кислорода в воде (при 25 °С, мг/л)		
	Высокий/0 – 3	Средний/3 – 5	Низкий/5 – 6
Основные присутствующие виды			
	личинка подёнки или пресноводный кольчатый червь	пресноводная мокрица	речная креветка

Беспозвоночные часто используются в качестве биоиндикаторов, поскольку их относительно легко собирать в водоёмах и идентифицировать по виду. В процессе исследования сначала изучается связь между количеством загрязняющих веществ в водоёме, уровнем кислорода в воде и видами обитающих там беспозвоночных. После установления этой взаимосвязи можно определить уровень загрязнения рек и озёр на основе видов этих беспозвоночных.

Загрязнение водоёмов может быть вызвано такими тяжёлыми металлами, как ртуть, медь и свинец, а также некоторыми стойкими органическими химическими веществами. Инсектициды, применяемые в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и болезнями растений, а также гербициды, уничтожающие сорняки, в природных условиях разлагаются очень медленно. Эти вещества с дождевыми водами попадают в реки, затем переносятся в моря и распространяются с океаническими течениями по всему миру.

Токсичные вещества, растворённые в воде, накапливаются в организме рыб и других водных животных и долгое время не разлагаются. Постепенное накопление токсичных химических веществ (токсинов) в живых организмах называется **биоаккумуляцией**.

В результате этого процесса токсины со временем всё больше накапливаются в клетках и тканях живых организмов.



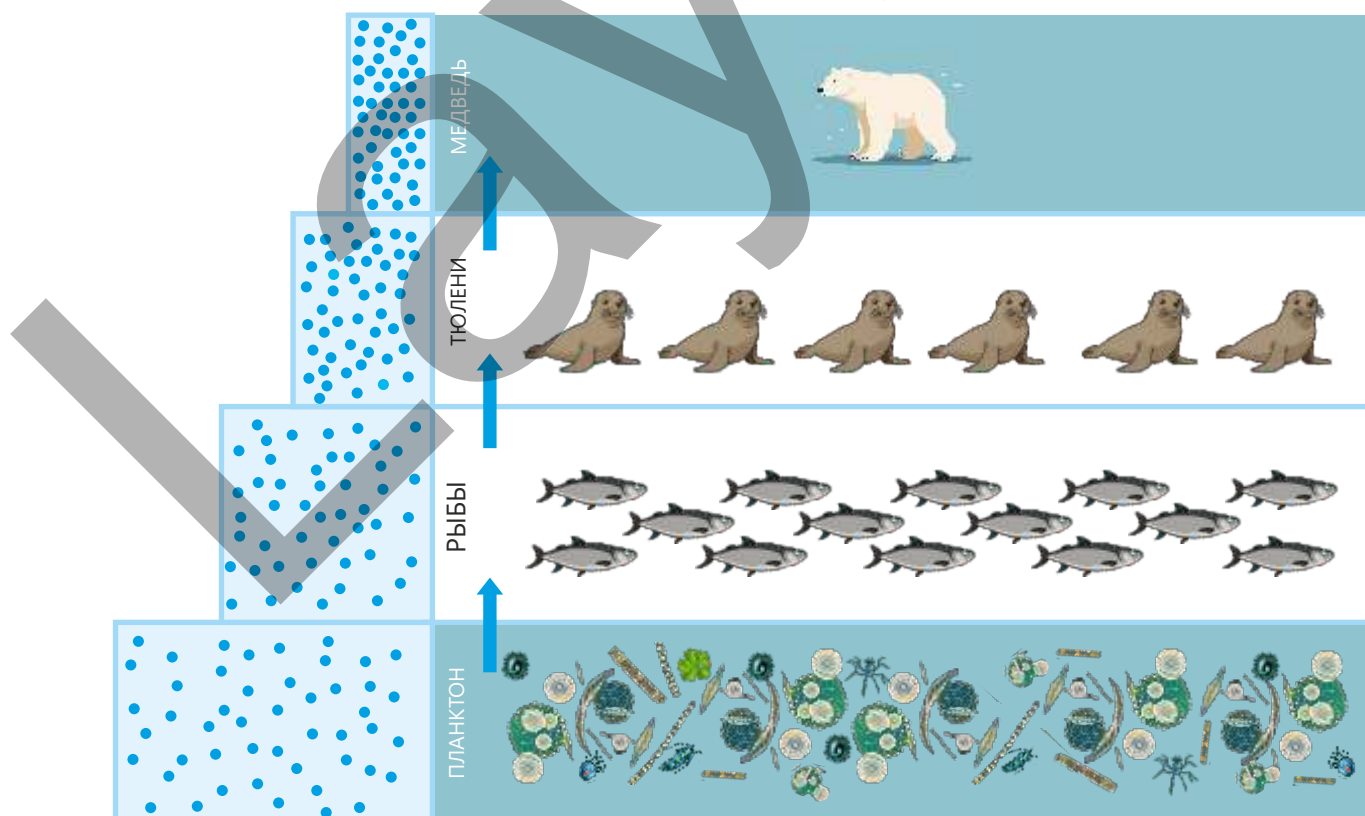
По мере перехода ядовитых веществ по пищевой цепи с одного трофического уровня на другой их концентрация увеличивается. Этот процесс называется **биомагнификацией**.

Таким образом, токсины, присутствующие в малых количествах на нижних трофических уровнях, достигают высоких концентраций в организме крупных хищников на верхних уровнях пищевой цепи.

Например, зоопланктон, питающийся загрязнёнными токсинами водорослями, поедается рыбами. Когда тюлени питаются этими рыбами, накопленные в их организме токсины переходят в организм тюленя. На ещё более высоком трофическом уровне белые медведи питаются тюленями, поэтому концентрация токсичных веществ в их организме становится ещё выше. Это может приводить к отравлениям и различным проблемам со здоровьем у этих животных.

Сточные воды, бытовые отходы и сбросы промышленных предприятий, попадая в водоёмы, представляют угрозу как для водных экосистем, так и для здоровья человека.

В сточных водах содержатся различные бактерии, вирусы, паразиты и другие микроорганизмы. Эти патогены могут



вызывать у человека диарею, рвоту, повышение температуры и другие желудочно-кишечные инфекции. Токсичные химические вещества накапливаются в организмах водных животных и, передаваясь по пищевой цепи, попадают к человеку, вызывая различные проблемы со здоровьем.

Тяжёлые металлы, попадая в воду, со временем накапливаются в донных отложениях и живых организмах. Эти вещества особенно опасны для нервной системы, почек и печени человека.

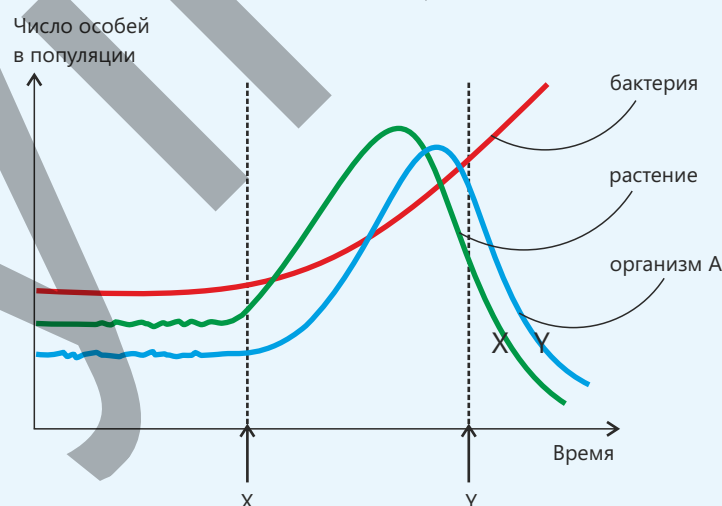
• ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ • Как можно предотвратить загрязнение водоёмов сточными водами?

### Примените полученные знания

В небольшом озере в течение определённого периода наблюдаются изменения численности трёх популяций, связанных в пищевой цепи. Эти изменения представлены на графике.

**Обсудите:**

- К какому трофическому уровню относится организм А в пищевой цепи? Обоснуйте своё мнение.
- Какие факторы могут вызвать увеличение численности растений и организма А в момент X?
- Как вы считаете, почему через некоторое время численность растений и организма А уменьшается?
- Почему популяция бактерий продолжает увеличиваться?



### Проверьте полученные знания

1. Какую цепь изменений в водных экосистемах вызывает деятельность человека в быту и сельском хозяйстве? Обоснуйте своё мнение, приведя примеры.
2. Объясните, для каких групп организмов дефицит кислорода в водной экосистеме представляет наибольшую угрозу.
3. Почему по мере перехода токсичных веществ к более высоким трофическим уровням их накопление увеличивается?
4. Объясните, как используются биоиндикаторы для мониторинга загрязнения водоёмов.

## 8.3 Загрязнение экосистем суши

К экосистемам суши относятся леса, степи, саванны, горы и другие территории, а также антропогенные ландшафты, сформированные в результате деятельности человека.

На протяжении тысячелетий почва, используемая как среда обитания, а также для земледелия, садоводства и животноводства, играет очень важную роль в жизни человека. Около 98% пищи, потребляемой людьми, зависит от плодородия почвы.

Однако с момента начала земледелия люди уничтожили миллионы гектаров лесов, и природные экосистемы подверглись значительным изменениям.



- **Как, по-вашему, изменилось состояние почв в нашем регионе по сравнению с предыдущими годами?**
- **Как вы думаете, к какой цепи изменений в экосистемах суши может привести сокращение лесов?**
- **Какую из экосистем суши, по вашему мнению, наиболее важно защищать? Почему?**

Ключевые слова

эрозия, деградация, наводнения

Наземные экосистемы подвергаются серьёзному загрязнению в результате деятельности человека. Вырубка лесов, неразлагающиеся пластиковые отходы и неконтролируемый туризм ослабляют устойчивость экосистем. Эти процессы оказывают прямое влияние как на живую природу, так и на человека. Для сохранения экосистем важно ответственное поведение каждого человека.

Деятельность

### Состояние экосистемы суши

**Принадлежности:** лист формата А3, маркеры, клейкие стикеры.

#### Ход работы:

1. Класс делится на три группы, и каждой группе предлагается одно из следующих описаний территории:

1-я территория	Вырублено более 50% лесов.
2-я территория	Пастбищные угодья подверглись чрезмерной эксплуатации.
3-я территория	Была широко распространена незаконная вырубка леса.

2. Каждая группа внимательно читает и анализирует представленный материал.
3. Группам предлагаются следующие вопросы:
- По каким причинам могла возникнуть описанная ситуация на данной территории?
  - Какие экологические проблемы возникнут в этом районе?
  - Как представленная ситуация повлияет на биоразнообразие?
  - Какие меры необходимо принять?
4. Группы готовят постеры по определённым разделам (описание проблемы, последствия и пути решения) и представляют их.

**Обсудите:**

1. На какой территории воздействие на экосистему максимально?
2. В каком случае роль человека наиболее значительна?
3. Какие меры являются общими для всех ситуаций?

**Вырубка лесов**

В результате роста потребности людей в земле и природных ресурсах площади лесов стремительно сокращаются. Основными причинами вырубки лесов являются освоение новых сельскохозяйственных земель, расширение пастбищ, градостроительство и строительство промышленных объектов.

Кроме того, добыча полезных ископаемых, таких как нефть, уголь и металлические руды, а также использование древесины для топлива, производства мебели, строительных материалов и бумаги также приводят к уничтожению лесов.

Поскольку леса являются важной частью экосистем суши, их вырубка приводит ко многим негативным последствиям. Корни растений укрепляют почву и ослабляют воздействие дождевых вод. Когда леса уничтожаются, усиливаются эрозия и деградация почв.

Почва становится рыхлой и легко смывается дождевой водой. В результате в воздухе экосистем суши увеличивается количество пыли, усиливается загрязнение воздуха, снижается плодородие почвы и усиливается процесс опустынивания.



Негативные последствия вырубки лесов

Растения способствуют впитыванию дождевой воды в почву и регулируют круговорот воды. Дождевая вода удерживается и поглощается корнями деревьев. При уничтожении лесного покрова дождевая вода напрямую попадает на поверхность почвы и смывает её верхний слой. Размытая почва накапливается в руслах рек, из-за чего течение рек замедляется, уровень воды быстро повышается и происходят наводнения.

Вырубка лесов также влияет на круговорот воды. При отсутствии древесного покрова солнечные лучи напрямую попадают на почву, вода быстро испаряется, а почва высыхает, уплотняется и растрескивается. Со временем обширные территории превращаются в степи и пустыни, возрастает число погибших растений и животных, углубляется эрозия почвы и происходит засоление. В результате вырубки лесов и исчезновения других растений среда обитания животных становится непригодной. Многие виды, не находя пищи, мигрируют или погибают, что приводит к нарушению пищевых цепей. Эти процессы приводят к сокращению и утрате биологического разнообразия.



Леса, поглощая углекислый газ из атмосферы, выполняют роль углеродного резервуара. Однако при вырубке или сжигании лесов в атмосферу выделяется больше  $\text{CO}_2$ . В результате повышается температура, уменьшается количество осадков и увеличиваются потери воды.

Это приводит к изменению климата, усилению глобального потепления и снижению устойчивости экосистем суши.

- ПОДУМАЙ
- ОБСУДИ
- ПОДЕЛИСЬ

Какие социально-экономические последствия для людей имеет вырубка лесов?

#### Влияние неразлагающихся пластиковых материалов на экосистемы

В последние десятилетия пластиковые материалы широко используются для производства различных изделий. Многие из этих продуктов не разлагаются биологически, то есть не подвергаются разложению под действием таких организмов-редуцентов, как грибы и бактерии. Их разложение может занимать десятки, а иногда и сотни лет.

Пластиковые отходы представляют опасность как для наземных, так и для водных экосистем. Накапливаясь



в почве, они уменьшают её воздухо- и водопроницаемость, ограничивают развитие и функционирование корневой системы растений. Кроме того, они изменяют химический состав почвы и негативно влияют на качество сельскохозяйственной продукции.

Пластиковые отходы, попадающие в водоёмы, представляют серьёзную угрозу для водных животных. Рыбы, птицы и морские млекопитающие принимая их за пищу, отравляются и погибают.

При разложении пластика в воду выделяются вредные химические вещества, которые попадают в пищевую цепь и вызывают различные проблемы для здоровья человека.

#### Негативное воздействие туризма на экосистемы

Люди посещают природу с целью отдыха, лечения и путешествий. Хотя туризм является одной из важных отраслей для экономического развития, неконтролируемый и неорганизованный туризм оказывает серьёзное негативное влияние на экосистемы суши.

В результате туристической деятельности выбрасываемые в окружающую среду пластиковые, бумажные и другие отходы ухудшают состав почвы. Неразлагающиеся отходы длительное время сохраняются в почве, повышая уровень загрязнения окружающей среды и представляя серьёзную угрозу для живых организмов экосистемы.

Пожары, возникающие из-за безответственного поведения туристов, также наносят большой вред природе.

Расширение туристической инфраструктуры – строительство дорог, зданий и других объектов – разрушает верхний слой почвы и приводит к сокращению растительного покрова.

Большое количество людей в местах пикников и кемпинга приводит к уплотнению почвы и исчезновению чувствительных видов растений, что усиливает эрозию и снижает плодородие почвы. Одновременно возрастание уровня шума и большое количество транспортных средств нарушают естественный ритм жизни животных, заставляя их менять места обитания.

Вырубка лесов при строительстве туристических объектов, а также высокий расход воды приводят к сокращению водных ресурсов, что особенно угрожает растениям и животным в засушливых регионах. Эти изменения приводят к снижению биоразнообразия и

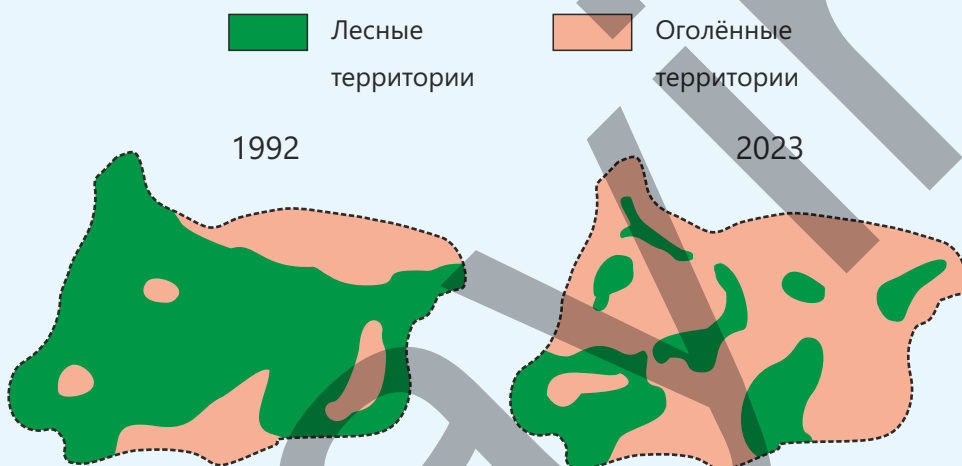


нарушению равновесия экосистем.

Поэтому наряду с развитием экотуризма необходимо соблюдать природоохранные нормы и обеспечивать устойчивое управление природными территориями с целью сохранения экосистем.

### Примените полученные знания

На рисунке представлена динамика изменения лесных и оголённых территорий одного из островов в 1992 и 2023 годах.



Обсудите:

- Как вы считаете, какие изменения произошли в лесном покрове острова за эти годы?
- Какие две возможные причины могли вызвать эти изменения?

### Проверьте полученные знания

1. Как бы вы объяснили влияние вырубки лесов на усиление эрозии почвы в экосистемах суши?
2. Какие свойства экосистемы изменяются, если неразлагающиеся пластиковые отходы остаются в почве в течение длительного времени? Приведите три примера.
3. Почему в районах с развитым туризмом нарушается естественный ритм жизни животных? Как это изменение может повлиять на пищевую цепь?
4. Выберите зону отдыха или туризма вблизи вашего региона для наблюдения. Какие виды деятельности, способные негативно повлиять на экосистему, там наблюдаются? Какие меры можно принять для предотвращения этих воздействий?

# Наука, технология, жизнь

Для снижения загрязнения окружающей среды применяются экологические (“зелёные”) технологии, основанные на достижениях биологии. Основу этих технологий составляет экологическая биотехнология. Примером является очистка отходов и сточных вод с помощью микроорганизмов разложения.

Хотя органические вещества в сточных водах могут разлагаться бактериями в природных условиях, этот процесс занимает много времени, поэтому сточные воды поэтапно обрабатываются и очищаются на специальных очистных сооружениях.

1) Первичная фильтрация – бытовые сточные воды, поступающие на очистное сооружение, пропускаются через фильтр. На этом этапе из воды удаляются камни, ткань и другие крупные материалы.

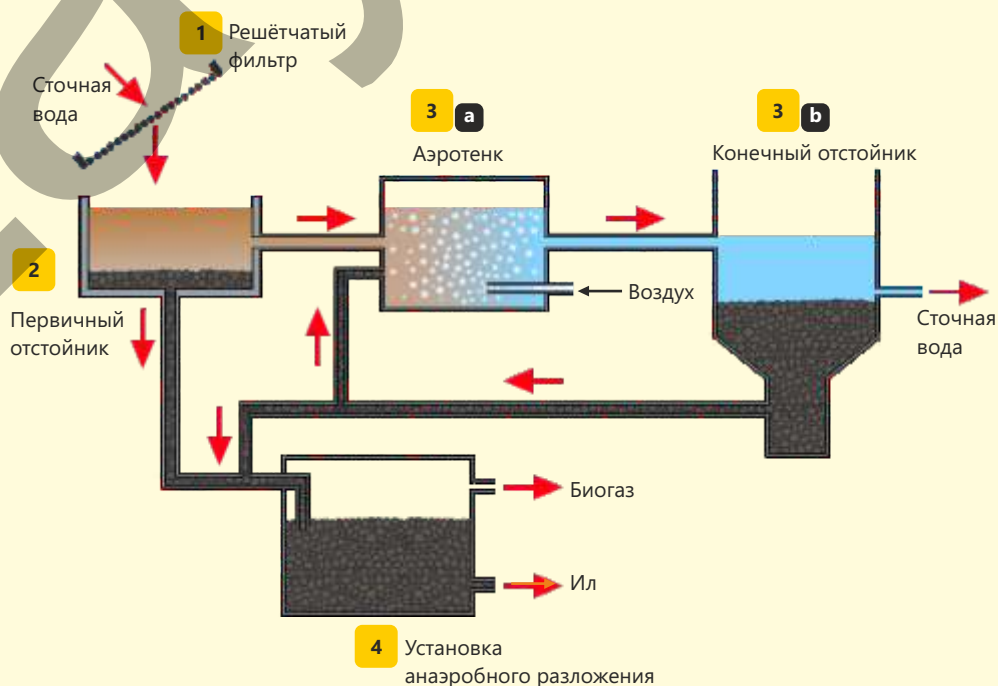
2) Первичное отстаивание – профильтрованная вода поступает в первичный отстойник. Поскольку скорость потока воды снижается, твёрдые частицы оседают на дно, образуя “первичный ил”. Этот ил направляется в установку анаэробного разложения. Более прозрачная жидкость из верхнего слоя резервуара поступает в аэрационный резервуар.

3) Биологическая очистка – (а) в аэрационном резервуаре вода смешивается с аэробными микроорганизмами. Пузырьки сжатого воздуха подаются в жидкость через трубы, расположенные на дне резервуара, и насыщают её кислородом. Бактерии разлагают органические загрязнители, содержащиеся в воде;

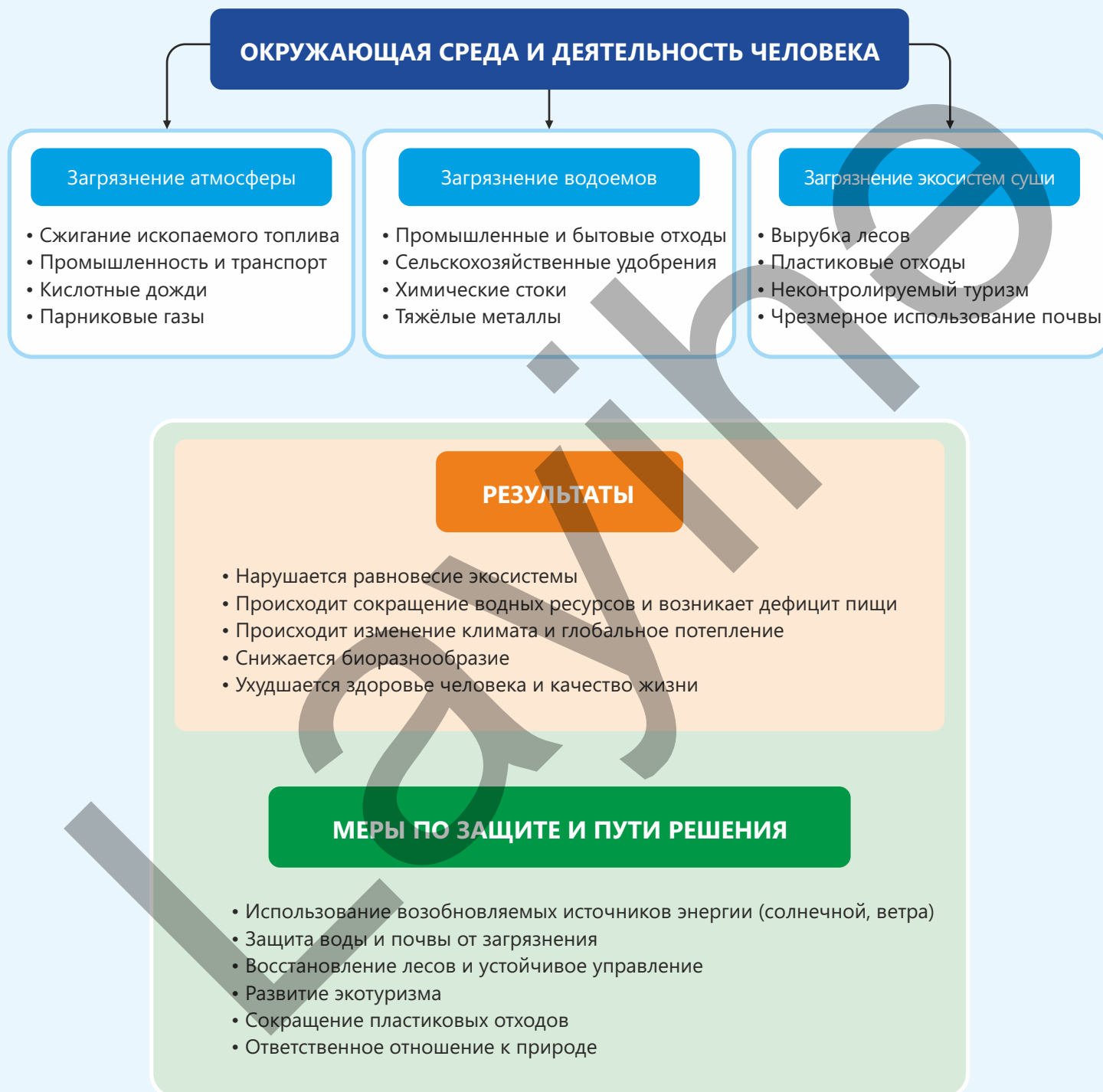
(b) далее смесь поступает в конечный отстойник. Микроорганизмы оседают на дно, образуя ил. Часть ила возвращается обратно в аэрационный резервуар, а другая часть направляется в установку анаэробного разложения.

Относительно очищенная сточная вода, накапливающаяся в верхнем слое, отводится в ближайшие реки, овраги и озёра либо направляется на дополнительную очистку с использованием других технологий с последующим повторным использованием.

4) Анаэробное разложение – в бескислородных резервуарах анаэробные бактерии разлагают органические вещества, содержащиеся в иле, образуя биогаз, состоящий в основном из метана. Этот источник энергии используется для обеспечения потребностей предприятия. Оставшееся твёрдое вещество может использоваться как удобрение или быть утилизировано путём сжигания.

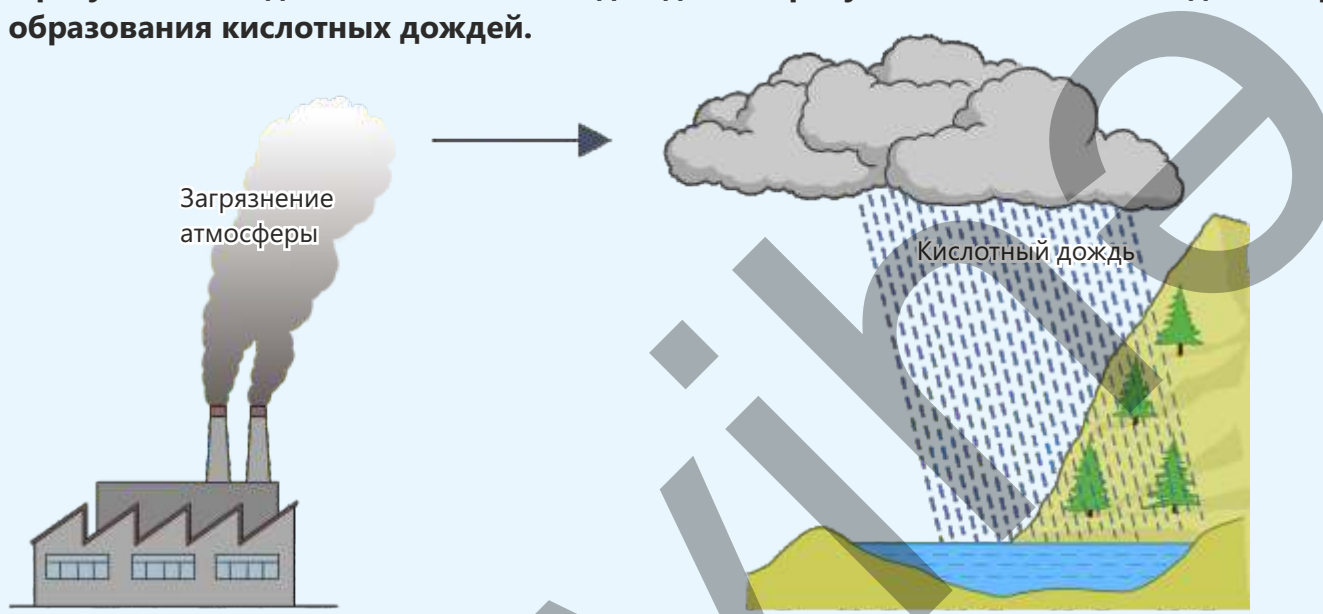


# Заключение



# Обобщающие задания

1. Кислотные дожди являются серьёзной экологической проблемой в некоторых регионах мира. В Канаде, Норвегии и Шотландии озёра имеют повышенную кислотность в результате воздействия кислотных дождей. На рисунке ниже показана одна из причин образования кислотных дождей.



а) Укажите ещё одну причину образования кислотных дождей, кроме показанной на рисунке.

---

б) Объясните два типа воздействия кислотных дождей на лесные экосистемы.

---

---

с) Опишите два различных способа предотвращения загрязнения, которые помогают уменьшить кислотные дожди.

---

---

2. Прочитайте предложения и отметьте их как "В" (верно) или "Н" (неверно).

(...) Пластик разлагается за несколько дней.

(...) Микропластик может изменять химический состав почвы.

(...) Пластиковые отходы помогают питанию черепах.

(...) В пластиковых сетях и верёвках могут запутываться животные, что приводит к их гибели.

(...) Пластик не оказывает никакого воздействия на экосистемы суши.

### 3. Объясните влияние масштабной вырубке лесов на следующие параметры окружающей среды:

численность видов \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

почвы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

реки \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

атмосфера \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 4. На графике показаны концентрации углекислого газа и метана в атмосфере за последние 1000 лет.

а) Объясните изменения концентраций углекислого газа и метана, основываясь на данных графика.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

б) Как вы считаете, в чем причины этих изменений? Обоснуйте своё мнение.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

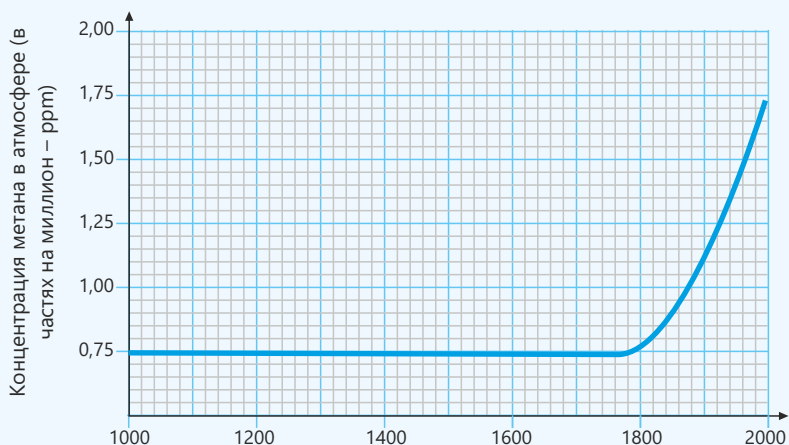
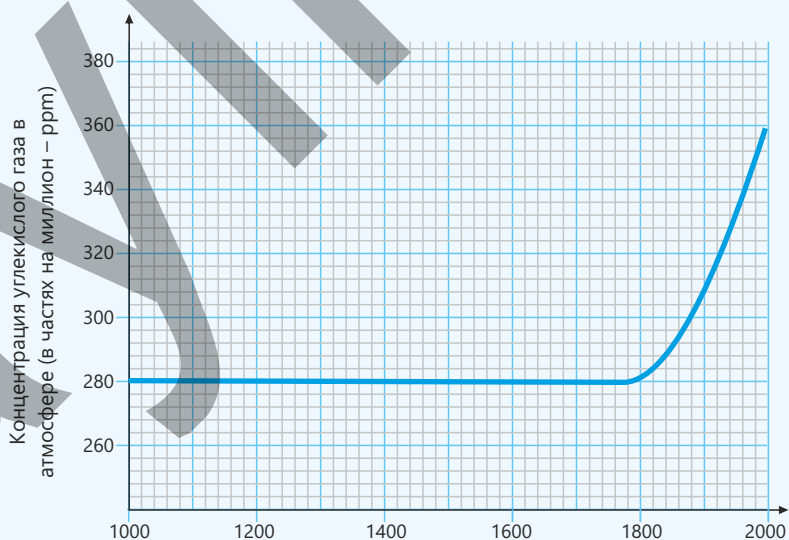
\_\_\_\_\_

с) На основе графика объясните, как углекислый газ и метан влияют на парниковый эффект.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**Аномалия** – состояние, отклоняющееся от нормы и характеризующееся необычными проявлениями.

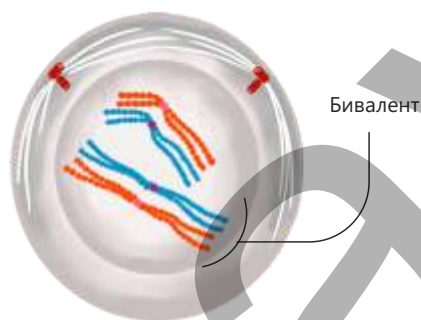
**Антибиотик** – вещество, подавляющее рост и размножение бактерий или вызывающее их гибель.

**Аутосома** – хромосома, не определяющая пол организма и несущая гены, отвечающие за признаки тела.

**Базидий** – структура шляпочных грибов, в которой образуются споры.



**Бивалент** – структура, образованная парой гомологичных хромосом в стадии профазы I мейоза.



**Биоаккумуляция** – накопление токсичных веществ (ртуть, ДДТ, тяжёлые металлы и др.) в тканях живого организма с течением времени.

**Биомагнификация** – процесс увеличения концентрации токсичных веществ по цепи питания при переходе к более высоким трофическим уровням.

**Бонсай** – способ выращивания в небольших горшках декоративной формы деревьев с помощью специальной обрезки и ухода.

**Брожение** – процесс неполного расщепления глюкозы в бескислородных условиях с образованием небольшого количества АТФ.

**Гаплоид** – означает «одинарный набор». Это клетка с одним набором хромосом.

**Ген** – участок ДНК, расположенный в хромосомах и обеспечивающий формирование определённого признака и его наследственную передачу.

**Гликолиз** – этап расщепления глюкозы, происходящий в цитоплазме клетки и сопровождающийся образованием небольшого количества АТФ.

**Гомологичные хромосомы** – пары хромосом, имеющие одинаковый размер, форму и последовательность генов.

**Грана** – структура хлоропласта, формирующаяся в результате упорядоченного наложения тилакоидов друг на друга.

**Деградация** (от лат. "degradatio" – снижение, ослабление) – это ухудшение качества почвы, воды или природной среды.

**Диплоид** (греч. "diploos" – двойной + "eidos" – вид) – клетка, имеющая парный набор гомологичных хромосом.

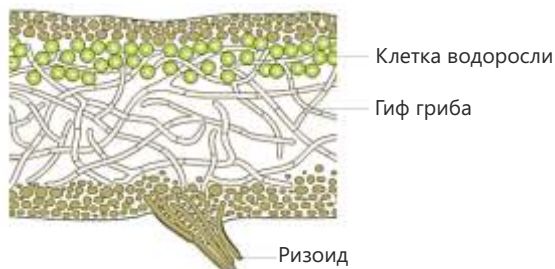
**Интеллект** – способность понимать, анализировать и запоминать информацию, решать проблемы и применять знания в новых ситуациях.

**Интерфаза** – самая длительная стадия клеточного цикла, представляющая собой процесс подготовки клетки к делению.

**Канцерогенные вещества** – различные химические соединения, которые при воздействии на организм вызывают рак и другие опухоли.

**Кариотип** – характеристика полного набора хромосом в ядрах соматических клеток организма, включая их количество и строение.

**Лишайник** – организм, представляющий собой симбиоз клеток водорослей и гифов гриба.



**Маскировка** – приспособление, при котором организм благодаря окраске, форме или поведению, соответствующим окружающей среде, скрывается от врагов или легче приближается к добыче.



**Мезофильная клетка** – клетка, расположенная во внутреннем слое листа и богатая хлоропластами.

**Наследственность** – способность живых организмов передавать свои свойства и признаки из поколения в поколение.

**Пигмент** – вещество, поглощающее волны света определенной длины и выполняющее различные биологические функции.

**Пировиноградная кислота** – трёхуглеродное органическое соединение, образующееся в результате гликолиза и используемое на следующих этапах клеточного дыхания.

**Планктон** – очень мелкие организмы, обитающие в воде во взвешенном состоянии и перемещающиеся с течением.

**Редукционное деление** (лат. “reducere” – возвращать, приводить обратно) – процесс уменьшения числа хромосом вдвое.

**Репликация** – процесс удвоения молекулы ДНК перед делением клетки путём создания её полной копии.

**Спорангий** – особая структура или клетка, в которой формируются и защищены споры.

**Спорогенез** – процесс образования спор у растений, грибов и некоторых простейших.

**Фотокатализатор** – вещество, которое под воздействием световой энергии ускоряет химические реакции и при этом само не расходуется.

**Хлорофилл а** – основной пигмент сине-зелёного цвета, поглощающий световую энергию в процессе фотосинтеза.

**Хлорофилл b** – вспомогательный пигмент желтовато-зелёного цвета, поглощающий световую энергию в процессе фотосинтеза.

**Хроматида** – каждая из двух продольных нитей, составляющих хромосому.

**Хроматин** – нитевидная комплексная структура, состоящая из ДНК и белков, расположенная внутри ядра клетки.

**Центромера** – участок, к которому прикрепляются нити веретена деления во время деления клетки.

**Цитокинез** – завершающая стадия деления клетки, в которой происходит разделение цитоплазмы на две части.

**Эвтрофикация** – процесс чрезмерного разрастания водорослей в водоёмах (озёрах, реках, морях) в результате поступления большого количества питательных веществ, таких как азот и фосфор.

**Экстракция** (от лат. “extractio” – извлечение, выделение) – это процесс отделения или извлечения какого-либо вещества, элемента или части из целого.

## BURAXILIŞ MƏLUMATI

Ümumi təhsil müəssisələrinin 9-cu sinifləri üçün  
biologiya fənni üzrə dərslik (2-ci hissə)  
rus dilində

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər  
Elşad Yunusov  
Rəşad Səlimov  
Nailə Əliyeva  
Xumar Əhmədbəyli  
Elnur Məmmədov

Tərcümə  
Redaktor  
Bədii redaktor  
Texniki redaktor  
Dizayner  
Rəssam  
Korrektor  
Xumar Əhmədbəyli  
Nailə Əliyeva  
Taleh Məlikov  
Zeynal İsayev  
Taleh Məlikov  
Fərid Quliyev  
Olqa Kotova

Məsləhətçilər

Elvin Hüseynov – baş müəllim  
Sevinc Hübətova – biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
Yaşar Seyidli – biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

Rəyçilər

Aygün Bəşirova – Sumqayıt şəhər 15 saylı orta məktəbin müəllimi.  
Reyhan Yunisova – Sumqayıt şəhəri 23 saylı orta məktəbin müəllimi  
Camal Kərimov – Zəngilan rayon 14 saylı orta məktəbin müəllimi  
Şalalə Əkbərli – Şəki şəhəri Kimya biologiya təmayüllü respublika liseyinin müəllimi

© Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin qrif nömrəsi:

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı bir hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

ISBN 978-9952-550-10-8

Hesab-nəşriyyat həcmi: 9,8. Fiziki çap vərəqi: 12,0. Səhifə sayı: 96.  
Kəsimdən sonra: 220 × 275. Kağız formatı: 57 × 90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Şrift və ölçüsü: Segoe, 12pt.  
Ofset çapı. Sifariş\_\_\_\_. Tiraj: . Pulsuz. Bakı – 2026

Əlyazmanın yığımına verildiyi və çapa imzalandığı tarix:

Çap məhsulunu hazırlayan:  
Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutu (Bakı ş., A.Cəlilov küç., 86).

Çap məhsulunu istehsal edən:

# Pulsuz



## Əziz məktəbli !

Bu dərslik sizə Azərbaycan dövləti tərəfindən bir dərs ilində istifadə üçün verilir. O, dərs ili müddətində nəzərdə tutulmuş bilikləri qazanmaq üçün sizə etibarlı dost və yardımçı olacaq.

İnanırıq ki, siz də bu dərsliyə məhəbbətlə yanaşacaq, onu zədələnmələrdən qoruyacaq, təmiz və səliqəli saxlayacaqsınız ki, növbəti dərs ilində digər məktəbli yoldaşınız ondan sizin kimi rahat istifadə edə bilsin. Sizə təhsildə uğurlar arzulayırıq!

