



ФИПИ

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки  
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических  
измерений»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
обучающимся  
по организации индивидуальной  
подготовки к ЕГЭ 2022 года**

**БИОЛОГИЯ**

Москва, 2022

Авторы-составители: Рохлов В.С., Федоров Д.А.

Методические рекомендации предназначены для обучающихся 11 классов, планирующих сдавать ЕГЭ 2022 г. по биологии. Методические рекомендации содержат советы разработчиков контрольных измерительных материалов ЕГЭ и полезную информацию для организации индивидуальной подготовки к ЕГЭ. В рекомендациях указаны темы, на освоение/повторение которых целесообразно обратить особое внимание. Рассмотрены новые типы заданий, включённых в контрольные измерительные материалы ЕГЭ 2022 г., и даны рекомендации по их выполнению. Также приведены тренировочные задания новых типов, ответы на них и критерии оценивания.

## Содержание

Новые задания в КИМ ЕГЭ 2022 г.....	4
Тренировочные задания новых моделей.....	9
Задания линии 2 .....	9
Задания линии 22 .....	12
Ответы к тренировочным заданиям.....	15

## Дорогие друзья!

Скоро Вам предстоит сдать Единый государственный экзамен (ЕГЭ) по биологии. Ваша основная задача – получить возможность поступить в выбранный Вами вуз благодаря хорошей биологической подготовке. Данные рекомендации помогут Вам в подготовке к экзамену.

### Новые задания в КИМ ЕГЭ 2022 г.

Введение в структуру КИМ ЕГЭ по биологии новых моделей заданий связано с завершением перехода учебного процесса в школах России на современный федеральный государственный образовательный стандарт. Этот документ установил такие требования к результатам обучения, которые предполагают наличие у выпускников школы не только теоретических знаний, но и умения применять свои знания для решения разнообразных учебных и практических задач, выполнения проектных работ и проведения исследований.

Федеральный государственный образовательный стандарт по биологии предполагает формирование у школьников навыков исследовательской и проектной деятельности:

– на базовом уровне овладение:

1) основными методами научного познания, используемыми при биологических исследованиях живых объектов и экосистем: описание, измерение, проведение наблюдений; выявление и оценка антропогенных изменений в природе;

2) умениями объяснять результаты биологических экспериментов, решать элементарные биологические задачи;

– на углубленном уровне овладение:

1) умениями исследовать и анализировать биологические объекты и системы, объяснять закономерности биологических процессов и явлений, прогнозировать последствия значимых биологических исследований;

2) умениями выдвигать гипотезы на основе знаний об основополагающих биологических закономерностях и законах, о происхождении и сущности жизни, глобальных изменениях в биосфере и проверять выдвинутые гипотезы экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;

3) методами самостоятельной постановки биологических экспериментов, описания, анализа и оценки достоверности полученного результата.

На внедрение этих требований ориентировано поэтапное изменение ЕГЭ по биологии.

В ЕГЭ 2022 г. введены новые задания линий 2 и 22.

### Пример задания линии 2

Экспериментатор поместил зерновки пшеницы в сушильный шкаф. Как при этом изменяется концентрация солей и количество воды в клетках семян?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличиться
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные **цифры** для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться

Концентрация солей	Количество воды

Характеристика задания

*Место нахождения в экзаменационной работе:* часть 1.

*Уровень сложности:* базовый.

*Количество баллов:* 2.

*Форма представления задания:* множественный выбор ответов из предложенного списка.

*Требования к предметным результатам по кодификатору:* сформированность умения объяснять результаты биологических экспериментов и наблюдений.

Разделы учебного предмета «биология»: «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье», «Общая биология».

Пример задания линии 22

Экспериментатор решил исследовать изменения, происходящие с эритроцитами, помещёнными в растворы с различной концентрацией хлорида натрия. Перед началом эксперимента он выяснил, что концентрация хлорида натрия в плазме крови составляет 0,9%. В рамках эксперимента он разделил кровь по двум пробиркам, в каждую из которых добавил растворы NaCl с различной концентрацией в соотношении 1:1 (на 1 мл крови – 1 мл раствора NaCl). По результатам наблюдений экспериментатор сделал рисунки эритроцитов (рис. А и Б). Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от этого (зависимая переменная)? Какие изменения произошли с эритроцитом в пробирке Б? Объясните данное явление. Раствор какой концентрации NaCl был добавлен в пробирку на рисунке А, а какой концентрации – в пробирку на рисунке Б?

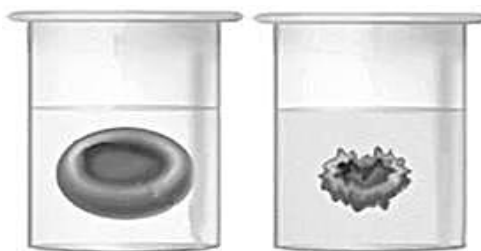


Рис. А

Рис. Б

Характеристика задания

*Место нахождения в экзаменационной работе:* часть 2.

*Уровень сложности:* высокий.

*Количество баллов:* 3.

*Форма представления задания:* задание с развёрнутым ответом.

*Требования к предметным результатам по кодификатору:* владение приемами планирования, проведения биологических экспериментов и анализа достоверности полученных результатов.

Разделы учебного предмета «биология»: «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье», «Общая биология».

При подготовке к ЕГЭ и непосредственно при сдаче экзамена рекомендуется следующее.

Во-первых, нужно учиться внимательно читать и анализировать текст каждого задания, а в условиях экзамена – детально его разбирать. Важно сформировать навык текстологического анализа задания, понимания его биологического контекста. Тут важны: осмысление и критическое прочтение текста; привлечение по контексту изученных биологических фактов, сведений; умение правильно выбирать из предлагаемой информации то, что необходимо для выполнения задания. Например, в заданиях линии 2 участник экзамена одновременно анализирует состояние двух величин (параметров) в изменяющихся условиях эксперимента или наблюдения, а в заданиях линии 22 он анализирует две переменные, одна из которых не зависит от экспериментатора, тогда как вторая изменяется в зависимости от условий, которые задаются исследователем. Подобные контексты требуют от участников экзамена не только максимальной сосредоточенности, но и образного представления тех условий, в которых находятся исследуемые объекты и процессы, в них протекающие.

Во-вторых, при выполнении заданий линии 2 необходимо помнить, что сравниваемые величины (параметры) могут быть связаны между собой условиями эксперимента (наблюдения), и тогда их изменения могут быть равнонаправленными или нет, а могут быть и не связаны, т.е. изменение одной из величин не может влиять на изменение другой.

В-третьих, нужно обратить внимание на то, что в заданиях линии 22 предусмотрен анализ не только текста задания, описывающего эксперимент, но и рисунка (при его наличии). Рисунок к тексту задания поможет участнику экзамена разобраться в деталях проводимого исследования и сформулировать ответы на поставленные вопросы.

Подготовку к выполнению новых заданий следует организовать в следующий последовательности:

- изучение/повторение понятийного аппарата, определяющего любую исследовательскую деятельность: научное наблюдение, эксперимент (опыт), гипотеза, цель опыта, зависимая (изменяющаяся) переменная, независимая (задаваемая) переменная, результат опыта (эксперимента), вывод из опыта (эксперимента);

- изучение примеров биологических экспериментов (их описания изложены в учебниках федерального перечня Минпросвещения России и научно-полярных изданиях), доказывающих то или иное теоретическое положение (например, эксперимент по распределению температурных порогов пигментообразования шерсти у горностаевых кроликов или опыт с ацетабулярией, демонстрирующий ведущую роль клеточного ядра в наследственности), а также примеров практических и лабораторных работ, в которых показаны исследовательские практики (например, «Исследование свойств нормальной, жженой и декальцинированной костей»);

- внимательное наблюдение за демонстрационными экспериментами на уроке и во внеурочной деятельности (биологические кружки, элективные курсы и т.д.);

- повторение биологического содержания и следует начинать с курса «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники». Осуществляя повторение вопросов, касающихся жизнедеятельности, роста и развития цветковых растений, следует обратить внимание на эксперименты, которые предлагаются авторами учебников. Рассмотрим это на примере двух опытов, которые предложены обучающимся при изучении фотосинтеза у растений: «Опыт, доказывающий необходимость света для фотосинтеза» и «Опыт, доказывающий необходимость углекислого газа для фотосинтеза». Представим, что содержание этих опытов проверяется в заданиях линии 2; при их детальном разборе следует обращать внимание на возможные связи, образующиеся между величинами (характеристиками), которые определяют интенсивность фотосинтеза. Например, в первом опыте это интенсивность освещенности объекта и степень окраски листа; во втором – величина (концентрация) углекислого газа и количество образовавшейся глюкозы. Если подобные

эксперименты будут представлены в заданиях линии 22, то в первую очередь следует обращать внимание на то, какие из этих параметров являются зависимыми переменными, а какие – независимыми.

Разбор фотосинтеза в курсе «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники» может быть сопряжен с повторением и закреплением знаний о фотосинтезе в рамках темы «Обмен веществ и превращения энергии в клетке» курса «Общая биология». Такое временное объединение знаний и умений по одной тематике из разных курсов позволяет глубже понять процесс фотосинтеза на клеточном, организменном и надорганизменном уровнях организации биосистем.

Аналогичным образом следует рассмотреть опыты по дыханию растению в целом и отдельных его органов (побегов, корнеплодов, семян) с аналогичным выходом на энергетический обмен на клеточном уровне в теме «Основы цитологии». Для этого стоит подобрать примеры экспериментов, в которых можно закрепить метапредметные знания и умения.

Очевидно, что курс «Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники» дает большие возможности не только по формированию и закреплению исследовательских умений, но и по интеграции важнейших общебиологических понятий.

Построение курса «Животные» не предоставляет большого содержательного маневра по отработке исследовательских умений ввиду особенности изучения животного мира. Однако и там можно встретить учебные эксперименты, позволяющие развить и закрепить разнообразные исследовательские умения.

К возможным экспериментам, с которыми целесообразно ознакомиться, рекомендуем серию опытов с простейшими, например «Реакции простейших на действие различных раздражителей», «Поглощение веществ и образование пищеварительных вакуолей у простейших», «Влияние температуры воды на скорость размножения простейших», а также «Влияние дафний к фильтрации воды» (членистоногие) и «Выяснение значения плавников в передвижении рыбы» (позвоночные).

Обширный материал по отработке исследовательских умений предоставляет раздел «Человек и его здоровье». Практически все темы раздела позволяют провести несложные физиологические тесты и функциональные пробы, большинство из которых не требует сложного оборудования и длительного по продолжительности время. Например, при проведении функциональной пробы «Определение времени задержки дыхания до и после нагрузки» следует устанавливать функциональные связи между системой дыхания (отдельными органами дыхания) и системами кровообращения (отдельными органами кровообращения), пищеварения (отдельными органами пищеварительной системы), выделения (отдельными органам системы выделения) и т.д. Установление подобных связей помогут успешно выполнить задания линии 2.

В случае если подобное описание эксперимента будет представлено в заданиях линии 22, то к имеющимся знаниям о функциональных связях между системами и отдельными органами следует добавить отработку умения определять независимые переменные (например, количество приседаний, равное 20) и зависимые (например, продолжительность задержки дыхания разными участниками эксперимента).

Повторение раздела «Человек и его здоровье» следует организовать таким образом, чтобы ознакомиться с важнейшими физиологическими тестами и функциональными пробами. Их образцы включены в действующие учебники в виде отдельных домашних заданий в конце некоторых параграфов и представлены лабораторным практикумом в конце учебника.

Курсом «Общая биология» завершается цикл биологического образования в средней школе. В нем изучаются наиболее общие свойства, присущие всем живым организмам, а также вскрываются основные закономерности живой природы, принципиальные отличия живого от неживого. Наиболее полно и глубоко отражаются взаимосвязи биологических явлений с физическими и химическими.

Обширный материал для дальнейшего развития методологических знаний и умений предоставляет большинство тем курса. Рассмотрим их отработку на примере темы «Основы цитологии». В ней можно выделить три логические части: 1) химический состав клетки; 2) строение клетки; 3) обмен веществ и энергии в клетке.

Организация эксперимента в каждой части имеет свои особенности и решает разные задачи. В первой части он служит для доказательства качественного состава живых организмов и объяснения свойств и функций органических и неорганических компонентов клетки; во второй – для ознакомления с некоторыми методами изучения клеточных структур и их свойств; в третьей – для воспроизведения биохимических процессов, протекающих в живых системах, и организации наблюдений, на основании которых делаются выводы о жизнедеятельности клетки.

При повторении химических компонентов клетки эксперимент позволит конкретизировать имеющиеся знания о роли неорганических веществ, обуславливающих буферные свойства клетки, установить зависимость свойств и функций органических веществ от их строения. Постановка таких опытов позволит расширить знания об углеводах, о жирах, белках и создать фундамент для более осознанного повторения процессов клеточного метаболизма. Следует помнить, что именно в этих экспериментах наиболее полно реализуются межпредметные связи с курсом учебного предмета «химия».

В качестве примера для повторения можно предложить провести и подробно разобрать эксперименты по следующей тематике: «Денатурация белков с помощью различных температур», «Плазмолиз и деплазмолиз в клетках кожицы лука», «Каталитическая активность ферментов в живых тканях».



## Тренировочные задания новых моделей

### Задания линии 2

1

В эксперименте исследователь определял изменения химического состава в бедренной кости курицы до и после помещения кости на несколько дней в 3%-ный раствор соляной кислоты.

Как при этом изменится количество органических и неорганических веществ в этой кости до и после её нахождения в растворе соляной кислоты?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество органических веществ после помещения в раствор соляной кислоты	Количество неорганических веществ после помещения в раствор соляной кислоты

Ответ: \_\_\_\_\_

2

Исследователь изучал физиологические изменения в организме лошади при переходе её с шага на галоп.

Как при этом изменятся уровень потребления кислорода её мышечными клетками и скорость нервного импульса в двигательных нейронах спинного мозга?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Уровень потребления кислорода мышечными клетками после перехода на галоп	Скорость нервного импульса в двигательных нейронах спинного мозга после перехода на галоп

Ответ: \_\_\_\_\_

### 3

Экспериментатор проращивал семена проса в чашке Петри с добавлением дистиллированной воды. Как изменится длина корней и стеблей проростков проса, если дистиллированную воду заменить на раствор, содержащий калийную селитру? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные **цифры** для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина корней после добавления калийной селитры	Длина стеблей после добавления калийной селитры

Ответ: \_\_\_\_\_

### 4

Исследователь поместил кусочек печени крысы на сутки в дистиллированную воду. Как при этом изменятся объём и концентрация минеральных солей в клетках печени?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные **цифры** для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём клеток печени после помещения в дистиллированную воду	Концентрация минеральных солей в клетках печени после помещения в дистиллированную воду

Ответ: \_\_\_\_\_

### 5

Исследователь измерял уровень адреналина в крови спортсменов и фиксировал размер зрачков в момент объявления результатов соревнования и через несколько часов после него.

Как при этом изменятся показатель адреналина и ширина зрачков у спортсменов за это время?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные **цифры** для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

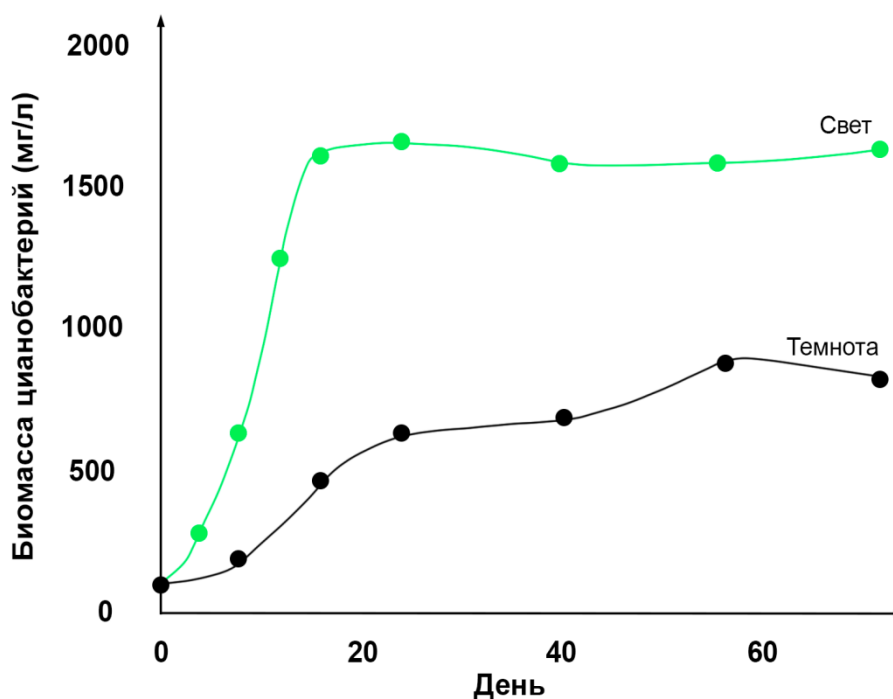
Показатель адреналина через несколько часов	Размер зрачков через несколько часов

Ответ: \_\_\_\_\_

## Задания линии 22

1

Учёный провёл эксперимент с цианобактериями. Для этого он сделал две жидкие идентичные культуральные среды, содержавшие глюкозу, аминокислоты и другие необходимые для жизнедеятельности бактерий вещества. В каждую из сред он поместил одинаковое количество цианобактерий от одной материнской культуры. Культуру в первой среде учёный поставил под круглосуточное освещение, а культуру во второй – поместил в условия полного отсутствия света. Обе культуры находились в стерильных условиях и с доступом атмосферного воздуха. В течение нескольких месяцев учёный измерял биомассу бактерий в двух культурах. Результаты измерений приведены на графике.



Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Почему на свету в культуре биомасса цианобактерий больше, чем в темноте? Почему даже после кипячения раствора биомасса цианобактерий будет расти?

2

Экспериментатор решил установить влияние температуры на скорость роста корня растения. Для опыта он отобрал 12 крупных проросших семян фасоли с неповреждённым корнем и разделил их на три равные группы.

Каждую группу он поместил в отдельную влажную камеру, предварительно замерив и записав длину корня – наименьшего и наибольшего в группе. Влажные камеры экспериментатор поместил в места с различной температурой: 10–12 °С, 16–18 °С; 24–26 °С. Через три дня экспериментатор измерил корни всех семян фасоли и результаты представил в таблице.

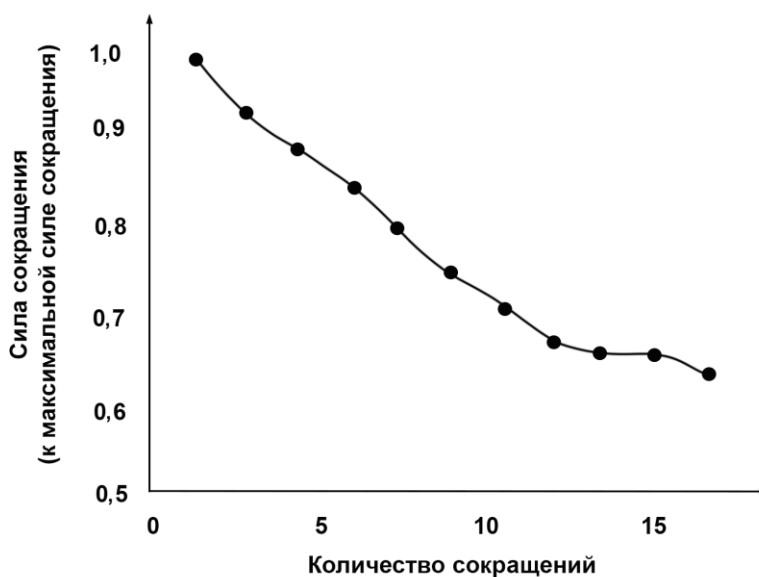
Таблица

Группы семян фасоли	Температура в камере °С	Среднее увеличение размера корня за три дня, см
Группа 1	10–12	0,9
Группа 2	16–18	2,2
Группа 3	24–26	3,5

Какая переменная в этом эксперименте была независимой (задаваемой экспериментатором), а какая – зависимой (изменяющаяся в результате эксперимента)? Сформулируйте вывод по результату эксперимента. Влияние каких абиотических факторов на развитие корней у растений может выявить экспериментатор? Назовите не менее трёх.

### 3

Экспериментатор решил изучить процесс сокращения скелетной мышцы у человека. Для этого испытуемый совершал упражнения с одним и тем же весом с перерывом между упражнениями в одну секунду. Каждый раз экспериментатор измерял силу сокращения мышцы при помощи динамометра. Результаты измерений приведены на графике.



Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от заданного (зависимая переменная)?

Как можно объяснить изменение динамики силы мышечных сокращений в эксперименте? Какие физиологические процессы происходят при многократном сокращении мышцы без длительного расслабления? Укажите не менее двух процессов.

4

Экспериментатор решил исследовать изменения, происходящие с эритроцитами, помещёнными в растворы с различной концентрацией хлорида натрия. Перед началом эксперимента он выяснил, что концентрация хлорида натрия в плазме крови составляет 0,9%. В рамках эксперимента он разделил кровь по двум сосудам, в каждую из которых добавил растворы NaCl с различной концентрацией в соотношении 1:1 (на 1 мл крови – 1 мл раствора NaCl). По результатам наблюдений экспериментатор сделал рисунки эритроцитов (рис. А и Б).

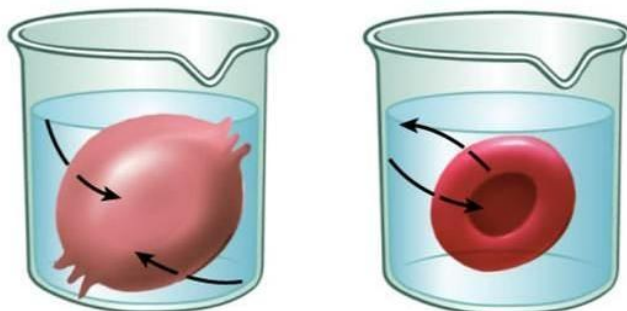


Рис. А

Рис. Б

Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от этого (зависимая переменная)? Какое изменение произошло с эритроцитом в сосуде А? Объясните данное явление. Раствор какой концентрации NaCl был добавлен в сосуд на рисунке А, а какой концентрации – в сосуд на рисунке Б?

5

Учёный изучал процесс выделения у мышей (*Mus musculus*). Для этого он взял две равные группы мышей и поместил их клетки. Первую группу мышей учёный кормил обычным сбалансированным кормом, а вторую – сильно солёной пищей (солёность превышала норму в 3 раза). В обеих группах он измерял количество выделяемой мочи за день. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Показатель	Группа 1 (нормальное содержание соли)	Группа 2 (избыточное содержание соли)
Объём мочи (мл)	0,9	0,031

Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Почему количество мочи между разными группами различается? Ответ поясните. За счёт каких физиологических процессов в организме мыши количество мочи может увеличиваться и уменьшаться? Приведите не менее двух примеров.

## Ответы к тренировочным заданиям

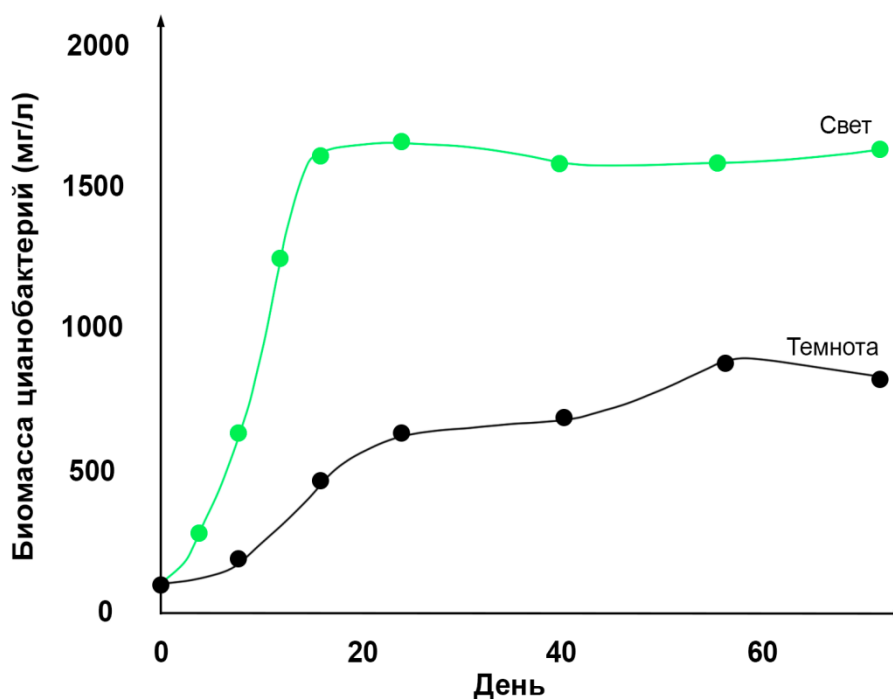
### Линия заданий 2

Номер задания	Правильный ответ
1	32
2	13
3	11
4	12
5	22

### Линия заданий 22

1

Учёный провёл эксперимент с цианобактериями. Для этого он сделал две жидкие идентичные культуральные среды, содержавшие глюкозу, аминокислоты и другие необходимые для жизнедеятельности бактерий вещества. В каждую из сред он поместил одинаковое количество цианобактерий от одной материнской культуры. Культуру в первой среде учёный поставил под круглосуточное освещение, а культуру во второй – поместил в условия полного отсутствия света. Обе культуры находились в стерильных условиях и с доступом атмосферного воздуха. В течение нескольких месяцев учёный измерял биомассу бактерий в двух культурах. Результаты измерений приведены на графике.



Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Почему на свету в культуре биомасса цианобактерий больше, чем в темноте? Почему даже после кипячения раствора биомасса цианобактерий будет расти?

*Элементы ответа:*

1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – наличие (отсутствие) света при культивировании цианобактерий (тип условий, в которые были помещены цианобактерии); зависимая (изменяющаяся в результате эксперимента) – биомасса цианобактерий (скорость роста биомассы цианобактерий; концентрация цианобактерий в растворе) (*должны быть указаны обе переменные*);

2) цианобактерии способны фотосинтезировать;

3) процесс фотосинтеза происходит только на свету, поэтому биомасса растёт лучше при наличии освещения;

4) цианобактерии способны образовывать споры;

5) споры способны переживать неблагоприятные условия среды (высокие температуры).

## 2

Экспериментатор решил установить влияние температуры на скорость роста корня растения. Для опыта он отобрал 12 крупных проросших семян фасоли с неповреждённым корнем и разделил их на три равные группы.

Каждую группу он поместил в отдельную влажную камеру, предварительно замерив и записав длину корня – наименьшего и наибольшего в группе. Влажные камеры экспериментатор поместил в места с различной температурой: 10–12 °С, 16–18 °С; 24–26 °С. Через три дня экспериментатор измерил корни всех семян фасоли и результаты представил в таблице.

*Таблица*

Группы семян фасоли	Температура в камере °С	Среднее увеличение размера корня за три дня, см
Группа 1	10–12	0,9
Группа 2	16–18	2,2
Группа 3	24–26	3,5

Какая переменная в этом эксперименте была независимой (задаваемой экспериментатором), а какая – зависимой (изменяющаяся в результате эксперимента)? Сформулируйте вывод по результату эксперимента. Влияние каких абиотических факторов на развитие корней у растений может выявить экспериментатор? Назовите не менее трёх.

*Элементы ответа:*

1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – температура; зависимая (изменяющаяся в результате эксперимента) – скорость (время) роста корня семени фасоли;

2) с повышением температуры скорость роста корня семени фасоли происходит интенсивнее;

3) влияние света;

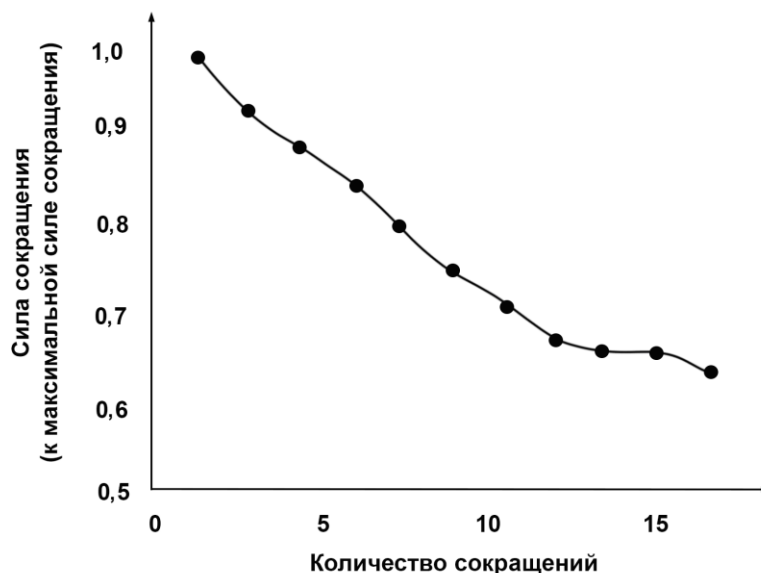
4) влияние состава воздуха (концентрация кислорода, углекислого газа);

5) влияние влажности.



### 3

Экспериментатор решил изучить процесс сокращения скелетной мышцы у человека. Для этого испытуемый совершал упражнения с одним и тем же весом с перерывом между упражнениями в одну секунду. Каждый раз экспериментатор записывал силу сокращения мышцы при помощи динамометра. Результаты измерений приведены на графике.



Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от заданного (зависимая переменная)?

Как можно объяснить изменение динамики силы мышечных сокращений в эксперименте? Какие физиологические процессы происходят при многократном сокращении мышцы без длительного расслабления? Укажите не менее двух процессов.

*Элементы ответа:*

1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – количество сокращений мышцы (степень утомленности мышцы); зависимая (изменяющаяся в результате эксперимента) – сила сокращения мышцы (*должны быть указаны обе переменные*);

2) снижение силы сокращения вызвано процессом утомления мышцы;

3) в мышце накапливается молочная кислота (уменьшается количество АТФ);

4) в мышце истощается запас гликогена (уменьшается количество миоглобина, связанного с кислородом; истощается депо кальция);

5) может происходить истощение нервных центров, регулирующих работу мышцы (нарушение выброса нейромедиатора).

4

Экспериментатор решил исследовать изменения, происходящие с эритроцитами, помещёнными в растворы с различной концентрацией хлорида натрия. Перед началом эксперимента он выяснил, что концентрация хлорида натрия в плазме крови составляет 0,9%. В рамках эксперимента он разделил кровь по двум сосудам, в каждую из которых добавил растворы NaCl с различной концентрацией в соотношении 1:1 (на 1 мл крови – 1 мл раствора NaCl). По результатам наблюдений экспериментатор сделал рисунки эритроцитов (рис. А и Б).

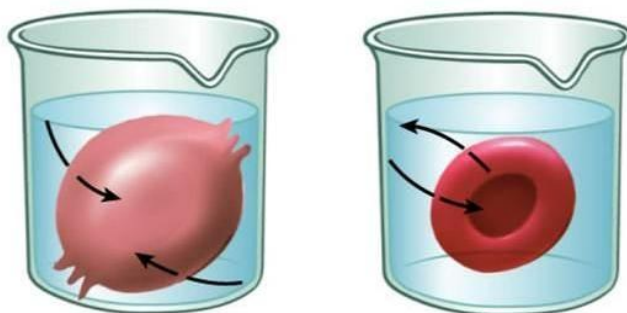


Рис. А

Рис. Б

Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от этого (зависимая переменная)? Какое изменение произошло с эритроцитом в сосуде А? Объясните данное явление. Раствор какой концентрации NaCl был добавлен в сосуд на рисунке А, а какой концентрации – в сосуд на рисунке Б?

*Элементы ответа:*

1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – концентрация соли в растворе (солёность); зависимая (изменяющаяся в результате эксперимента) – изменение формы (объёма) эритроцитов / изменение осмотического давления в эритроците (*должны быть указаны обе переменные*);

2) эритроцит в сосуде А набухает (увеличивается);

3) изменение связано с поступлением воды в эритроцит;

4) вода поступила в эритроцит из раствора по закону диффузии (осмоса);

5) в пробирку Б был добавлен раствор 0,9%-ной концентрации NaCl (физиологический раствор), в пробирку А – раствор 0,9%-ной концентрации NaCl меньше (гипотонический раствор) (*должна быть указана концентрация в обоих растворах*).

## 5

Учёный изучал процесс выделения у мышей (*Mus musculus*). Для этого он взял две равные группы мышей и поместил их клетки. Первую группу мышей учёный кормил обычным сбалансированным кормом, а вторую – сильно солёной пищей (солёность превышала норму в 3 раза). В обеих группах он измерял количество выделяемой мочи за день. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Показатель	Группа 1 (нормальное содержание соли)	Группа 2 (избыточное содержание соли)
Объём мочи (мл)	0,9	0,031

Какой параметр задаётся экспериментатором (независимая переменная), а какой параметр меняется в зависимости от заданного (зависимая переменная)? Почему количество мочи между разными группами различается? Ответ поясните. За счёт каких физиологических процессов в организме мыши количество мочи может увеличиваться и уменьшаться? Приведите не менее двух примеров.

*Элементы ответа:*

1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – солёность пищи (тип питания мышей); зависимая (изменяющаяся в результате эксперимента) – объём выделяемой мочи за день (количество мочи за день) (*должны быть указаны обе переменные*);

2) количество соли в организме мышей, которых кормили солёной пищей, выше;

3) при увеличении количества соли увеличивается осмотическое давление жидкостей в организме;

4) меньше жидкости выделяется во внешнюю среду, чтобы уменьшить концентрацию солей в организме;

5) увеличивается за счёт увеличения клубочковой фильтрации (уменьшения обратного всасывания воды);

6) уменьшается за счёт увеличения обратного всасывания (уменьшения клубочковой фильтрации).