Негосударственное (частное) общеобразовательное учреждение (НОУ)
гимназия «Школа бизнеса»

СБОРНИК ДИДАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА «ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ *ПОНИМАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ* У ОБУЧАЮЩИХСЯ 10-Х КЛАССОВ КАК ОДНОЙ ИЗ КОМПЕТЕНЦИЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ (ЕНГ) ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ В РАМКАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ДООП)»

Автор сборника дидактического материала -
учитель физики НОУ гимназии «Школа бизнеса»
Кирия Светлана Алексеевна

Сочи – 2023

Оглавление

1. Аннотация ……..…… 3

2. Пояснительная записка ……..……... 4

3. Основная часть ……..... 7

3.1. Практическая работа «Особенности и отличительные признаки наблюдения и эксперимента» ……....
7

3.2. Практическая работа «Техника проведения измерений и представления результатов» ……...……
14

3.3. Практическая работа «Средства изучения микромира и мегамира» …..… 20

4. Заключение …….……..… 23

5. Список информационных источников ……...….…….. 24

1. Аннотация

Данный сборник дидактического материала предназначен для учителей естественнонаучных учебных предметов – физики, химии, биологии, работающих в 10-х классах общеобразовательных организаций, и будет особенно полезен прежде всего для учителей, начинающих свою профессиональную деятельность.

В сборнике представлены три практические работы, выполнение которых способствует формированию и развитию у обучающихся *естественнонаучной грамотности*, более конкретно – формированию и развитию *понимания особенностей естественнонаучного исследования* как одной из трех важнейших компетенций естественнонаучной грамотности.

Описанные в сборнике практические работы предполагаются к выполнению в процессе освоения десятиклассниками соответствующих *дополнительных общеразвивающих общеобразовательных программ* (далее – ДООП) или, как возможный вариант, в ходе *внеурочной деятельности*.

Таким образом, совокупность рассматриваемых в сборнике практических работ представляет собой своеобразный модуль с возможностью его включения в образовательную деятельность двумя способами. Такие варианты реализации в образовательной деятельности практических работ находятся в полном соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» ([1]), Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования (далее – ФГОС СОО) ([2; 3; 5]), а также с совокупностью документов федерального уровня, касающихся внеурочной деятельности и дополнительного образования детей ([6; 7; 8; 9; 10; 11; 12]).

Общие методические рекомендации, пояснения и советы по использованию содержащихся в сборнике практических работ приводятся в нижеследующей пояснительной записке.

2. Пояснительная записка

Цель разработки и составления данного сборника дидактического материала – оказать методическую помощь и поддержку учителям физики, химии и биологии, особенно начинающим, в формировании и развитии у обучающихся 10-х классов одной из трех важнейших компетенций естественнонаучной грамотности – *понимания особенностей естественнонаучного исследования*.

При этом мы исходили из того, что на сегодняшний день, в условиях возрастания спроса учителей на подобный дидактический материал, в качестве предложения имеется явно недостаточное число сборников, содержащих сопровождающееся методическими рекомендациями описание практических работ естественнонаучной направленности, в процессе выполнения которых у обучающихся целенаправленно формируется конкретная компетенция естественнонаучной грамотности.

Следует отметить, что в разделе IV «Требования к условиям реализации основной образовательной программы», в п. 20 ФГОС СОО ([2; 3; 9]) указывается: «*… результатом реализации указанных требований должно быть создание образовательной среды как совокупности условий: ...* ***преемственных по отношению к основному общему образованию*** *и соответствующих специфике образовательной деятельности при получении среднего общего образования…*» (курсив и выделение полужирным шрифтом наше).

В то же время, в ФГОС ООО-2021 ([4; 10]) в разделе 3 «Требования к условиям реализации программы ООО» в п. 35.2 отмечается: «*В целях обеспечения реализации программы ООО в Организации для участников образовательных отношений* ***должны создаваться условия****, обеспечивающие возможность:* ***формирования функциональной грамотности обучающихся*** *(способности решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности), включающей овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу дальнейшего успешного образования и ориентации в мире профессий; функциональная грамотность – важнейший индикатор общественного благополучия, а* ***функциональная грамотность школьников – показатель качества образования»*** (курсив и выделение полужирным шрифтом наше).

Как известно, функциональная грамотность обучающихся содержит 6 составляющих – математическую, читательскую, *естественнонаучную*, финансовую, глобальные компетенции, креативное мышление. Таким образом, преемственность среднего общего образования по отношению к основному общему образованию предполагает, в том числе, продолжение формирования и развития естественнонаучной грамотности обучающихся. Следовательно, формирование и развитие у обучающихся на уровне среднего общего образования естественнонаучной грамотности является обязательным требованием государства к системе общего образования и подлежит обязательному освоению каждым учителем естественнонаучных учебных предметов современной российской школы. Именно этому и призван способствовать предлагаемый сборник дидактического материала.

Сформулируем теперь наиболее общие и относящиеся ко всем практическим работам данного сборника пояснения смыслового и методического характера, которые могут быть полезны учителю, решившему включить в свою образовательную деятельность эти работы.

Обычно естественнонаучная грамотность определяется как компонент функциональной грамотности, который подразумевает способность ребенка занять компетентную общественную позицию по вопросам, связанным с естественными науками, интерес к естественно-научным фактам и идеям. Такая грамотность позволяет человеку принимать решения на основе научных фактов, понимать влияние естественных процессов, науки и технологий на мир, экономику, культуру.

Аналогичным по смыслу является определение, используемое в PISA (Programme for International Student Assessment – Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся): естественнонаучная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с развитием естественных наук и применением их достижений, и его готовность интересоваться естественнонаучными идеями.

Естественнонаучная грамотность предполагает наличие трех важнейших компетенций:

- научное объяснение явлений;
- *понимание особенностей естественнонаучного исследования;*
- интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

В соответствии с тематикой практических работ данного сборника, рассмотрим компетенцию *понимания особенностей естественнонаучного исследования* с общепринятой точки зрения формируемых и оцениваемых в ее рамках умений и характеристики учебных заданий, направленных на формирование и оценку этих умений. В целях лаконичности и систематичности такого рассмотрения представим информацию в табличной форме.

Таблица 1.

Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Формируемые и оцениваемые умения	**Характеристика учебного задания, направленного на формирование и / или оценку умения**
1. Распознавать и формулировать цель данного исследования.	По краткому описанию хода исследования или действий исследователей предлагается четко сформулировать его цель.
2. Предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса.	По описанию проблемы предлагается кратко сформулировать или оценить идею исследования, направленного на ее решение, и/или описать основные этапы такого исследования.
3. Выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки.	Предлагается не просто сформулировать гипотезы, объясняющие описанное явление, но и обязательно предложить возможные способы их проверки. Набор гипотез может

	предлагаться в самом задании, тогда учащийся должен предложить только способы проверки.
4. Описывать и оценивать способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность объяснений.	Предлагается охарактеризовать назначение того или иного элемента исследования, повышающего надежность результата (контрольная группа, контрольный образец, большая статистика и др.). Или: предлагается выбрать более надежную стратегию исследования вопроса.

При выполнении каждой практической работы обучающимся предлагается выполнять серию заданий, общий характер которых описан во втором столбце таблицы 1, при этом происходит формирование и оценка умений, указанных в первом столбце таблицы 1.

Таким образом, в процессе выполнения каждой практической работы у обучающихся формируется и развивается такая компетенция естественнонаучной грамотности, как *понимание особенностей естественнонаучного исследования*. При этом формирование и развитие компетенции носит комплексный характер, так как практическая работа включает в себя различные по характеру учебные задания. В то же время учитель получает возможность, наблюдая за деятельностью обучающихся и изучая продукты их деятельности, оценивать сформированность у них конкретной компетенции естественнонаучной грамотности.

Ситуативные методические пояснения и рекомендации даются в тексте каждой работы *курсивом*.

В сборнике описаны три работы:

1. «Особенности и отличительные признаки наблюдения и эксперимента».
2. «Техника проведения измерений и представления результатов».
3. «Средства изучения микромира и мегамира».

Спектр подобных практических работ может быть расширен и дополнен работами, в рамках которых целенаправленно формируются и другие компетенции естественнонаучной грамотности:

- научное объяснение явлений
- интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

В заключение отметим еще два обстоятельства:

- содержание данного сборника дидактического материала находится в соответствии с федеральной образовательной программой среднего общего образования ([9]);
- в практической работе «Особенности и отличительные признаки наблюдения и эксперимента» использованы отдельные идеи и фрагменты содержания, предложенные в упраздненном общеобразовательном курсе «Естествознание» [13, с. 16-17]. Указанные идеи и фрагменты содержания переработаны автором сборника с учетом необходимости формирования естественнонаучной грамотности у обучающихся.

3. Основная часть

3.1. Практическая работа «Особенности и отличительные признаки наблюдения и эксперимента»

Цель: формирование и развитие компетенции *понимания особенностей естественнонаучного исследования* в ходе конкретизации на примерах отличий научного наблюдения от обычного созерцания и отличий эксперимента от научного наблюдения; обоснования на примерах необходимости измерений в ходе эксперимента; смыслового распознавания в описании конкретной ситуации того, что является гипотезой, что – наблюдением, а что – экспериментом; сравнения нескольких экспериментальных установок и выбора той, которая соответствует цели исследования.

Вспомогательные материалы.

1. Тексты теоретической информации и заданий по тематике работы.

Время выполнения практической работы: 40 минут.

Рекомендации для обучающихся.

1. При ответах на вопросы заданий работы используйте теоретическую информацию, приведенную перед каждым задание.
2. Ответы на вопросы кроме ответа-утверждения должны содержать обоснования этого утверждения.

Методические пояснения для учителя.

Выполнение заданий данной практической работы предполагает в первую очередь формирование и развитие у обучающихся 3-х компонентов компетенции понимания особенностей естественнонаучного исследования – распознавать и формулировать цель данного исследования, предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса, описывать и оценивать способы, которые используют ученые, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений.

Наряду с этим обучающиеся повторяют и / или узнают в качестве нового для них содержания отличия научного наблюдения от обычного созерцания, отличия эксперимента от научного наблюдения, роль измерений в ходе эксперимента, овладевают умением и / или совершенствуют умение распознавать в конкретной ситуации по приведенному описанию, что является гипотезой, что – наблюдением, а что – экспериментом, а также овладевают умением и / или совершенствуют умение выбора среди нескольких экспериментальных установок той, которая отвечает цели эксперимента.

Весьма существенным при выполнении школьниками заданий практической работы является и то, что они реализуют три компонента деятельности – ориентировочный, исполнительный и контрольный, в чем им организационно оказывает помощь и поддержку учитель.

Теоретическая информация для выполнения задания 1.

Важнейшими методами исследования окружающего мира являются наблюдение и эксперимент.

Следует различать наблюдение как обычное созерцание, заключающееся в простом восприятии органами чувств человека (зрением, слухом, обонянием, вкусом и осязанием) окружающей действительности и научное наблюдение. Отличия научного наблюдения от обычного созерцания состоят в следующем – научное наблюдение:

- дает возможность в результате получить ответы на поставленные исследователем вопросы;
- всегда целенаправленно, то есть осуществляется в соответствии с поставленной целью, ориентировано на точно сформулированный результат;
- сознательно организовано, то есть не случайно выбраны место, время, режим реализации, инструментальное оснащение, объекты;
- методически обдумано, то есть используются строго определенные и соответствующие цели методы, приводящие к запланированному результату;
- обеспечивает при необходимости оценку, запись, измерение результатов;
- требует создания и / или учета условий своего проведения;
- исключает вмешательство наблюдателя в течение наблюдаемого процесса или явления.

Эксперимент принципиально отличается от научного наблюдения тем, что процессы и / или явления в ходе эксперимента исследуются либо путем создания самим экспериментатором новых условий, соответствующих целям эксперимента, либо же путем изменения протекания исследуемого явления и / или процесса в нужном направлении опять-таки для достижения целей эксперимента.

Задание 1.

1. Приведите примеры обычного созерцания и научного наблюдения, может быть даже одного и того же объекта. Сформулируйте возможную цель / цели фигурирующих в примерах научных наблюдений.

2. Приведите примеры экспериментов.

Сформулируйте возможную цель / цели фигурирующих в примерах экспериментов.

Укажите для этих примеров, в чем именно заключается или создание экспериментатором новых условий, или же изменение им протекания исследуемых процессов (явлений).

Оцените используемые в приводимых в пример экспериментах способы исследования и опишите основные этапы исследования.

Опишите и оцените те способы исследования в рамках приводимых в пример экспериментов, которые обеспечивают надежность данных и достоверность объяснений.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает:

- формирование у обучающихся умения ***распознавать и формулировать цель данного исследования****, конкретно в данном случае – умения по краткому описанию в приводимых обучающимися примерах научного наблюдения или эксперимента четко сформулировать цель / цели исследования;*

- формирование у обучающихся умения ***предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса****, конкретно в данном случае – умения, по описанию в приводимых примерах конкретных экспериментов оценить идею исследования, и / или описать основные этапы исследования;*

- формирование у обучающихся умения ***описывать и оценивать способы, которые используют ученые, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений,*** *конкретно, в данном случае – охарактеризовать назначение того или иного элемента исследования, повышающего надежность результата.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 1.

1. Пример обычного созерцания и научного наблюдения одного и того же объекта: созерцание красоты ночного звездного неба в безоблачную ночь и без помех искусственного городского освещения и научное наблюдение в тех же условиях за особенностями изменения положения звезд и созвездий с течением времени.

Возможные цели такого научного наблюдения – определить, изменяется ли с течением времени:

- положение на небе Полярной звезды и если изменяется – то как именно;

- положение на небе известных созвездий (групп звезд, образующих определенные конфигурации) и если изменяется, то как именно;

- расположение друг относительно друга звезд в известных созвездиях, то есть не меняется ли конфигурация самих созвездий, и если меняется, то как именно.

2. Пример экспериментов:

- изучение особенностей свободного падения тел различной массы (опыты Галилея по изучению падения с Пизанской башни мушкетных пуль и пушечных ядер);

- изучение распределения в атоме положительного электрического заряда (опыт Резерфорда по бомбардировке альфа-частицами тонкой золотой фольги).

Пример ответов на вопросы по первому из названных экспериментов.

Возможная цель такого эксперимента:

- доказать, что для свободно падающих тел (начальная скорость которых равна нулю), для которых можно пренебречь сопротивлением воздуха, ускорение их движения не зависит от массы и является постоянной величиной.

Создание экспериментатором новых условий состоит в следующем:

- для изучения падения тел использовалась имеющая наклон башня высотой 57 метров, что позволяло избежать ударов падающих тел о стенки башни и другие возможные препятствия и обеспечивало целенаправленное изучение только явления падения тел;

- в качестве тел использовались тела разной массы и такой формы, что можно было пренебречь сопротивлением воздуха при их падении, что позволяло достичь цели эксперимента;

- для сокращения времени эксперимента было обеспечено многократное, по желанию экспериментатора повторение явлений свободного падения (много наборов тел разной массы, возможность повторить подъем на башню тел и их бросание) тел;

- экспериментатор мог одновременно выпускать тела разной массы из рук, а наблюдатель у подножия башни мог фиксировать одновременность или неодновременность падения тел.

Способ исследования заключался в многократном наблюдении за падением одновременно выпущенных из рук экспериментатора тел разной массы и фиксацией их падения на землю у подножия башни – такие действия экспериментатора можно оценить, как соответствующие цели эксперимента, позволяющие установить одновременность или же неодновременность падения тел разной массы.

Этапы исследования: подъем на вершину башни тел различной массы; повторяемое многократно одновременное выпускание из рук двух тел различной массы, удерживаемых на одной и той же высоте; наблюдение за падением двух тел различной массы с фиксацией одновременности или же неодновременности их падения; вывод по цели эксперимента о независимости ускорения падающих тел от массы в случае, если можно пренебречь сопротивлением воздуха.

Надежность данных этого эксперимента и достоверность объяснений его результатов обеспечивались значительной статистикой, то есть одинаковыми результатами при многократных повторениях.

Задание 2.

Изучите отрывок из повести французского философа XVIII века Вольтера, которая называется «Задиг, или Судьба».

«… пропал царский конь. Конюх спросил Задига, прогуливающегося возле рощи, не видел ли он коня.

« – Это конь, – отвечал Задиг, – у которого превосходнейший галоп; он пяти футов ростом, копыта у него очень маленькие, хвост трех с половиной футов длины, бляхи на его удилах сделаны из золота в двадцать три карата, подковы из серебра …

– Куда он поскакал? По какой дороге? – спросил конюх.

– Я его не видел, – отвечал Задиг, – я даже никогда не слыхал о нем».

Задига обвинили в краже лошади царя, и он еще легко отделался, заплатив огромный штраф. Только после этого ему дали слово для оправдания. Он сказал: «Прогуливаясь по дорогам этой рощи, я заметил следы лошадиных подков, которые все были на равном расстоянии друг от друга. Вот, подумал я, лошадь, у которой превосходный галоп. Пыль с деревьев, вдоль узкой дороги, шириною не более семи футов была немного сбита справа и слева, в трех с половиной футах от середины дороги. У этой лошади, подумал я, хвост трех с половиной

футов длиной: в своем движении направо и налево он смел эту пыль. Я увидел под деревьями, образующими свод в пять футов высотой, листья, только что опавшие с ветвей, из чего я заключил, что лошадь была пяти футов ростом. Я исследовал камень кремневой породы, о который она потерлась удилами, и на этом основании определил, что бляхи на удилах были из золота в двадцать три карата достоинством. Наконец, по отпечаткам подков, оставленным на камнях другой породы, я пришел к заключению, что ее подковы из серебра …».

Ответьте на вопросы по тексту.

1. Почему Задига обвинили в краже лошади? Сформулируйте ответ на этот вопрос в форме объяснительной гипотезы и предложите способ проверки этой гипотезы.

2. Что можно считать гипотезой, выдвинутой Задигом? Выпишите текст гипотезы.

3. Что сделал Задиг, чтобы суметь выдвинуть свою гипотезу? Почему вы так решили? Оцените идею исследования, проведенного Задигом, и опишите основные этапы его исследования.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает:

- формирование у обучающихся умения ***оценивать способ научного исследования данного вопроса****, конкретно в данном случае – умения, по описанию проблемы «Как Задигу оправдать себя и опровергнуть ложное обвинение?» оценить идею исследования, проведенного Задигом и направленного на ее решение, и описать основные этапы этого исследования;*

- формирование у обучающихся умения ***выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки****, конкретно, в данном случае – не просто сформулировать гипотезу «Почему Задига обвинили в краже лошади?..», объясняющую описанное явление, но и обязательно предложить возможные способы ее проверки.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 2.

1. Объяснительная гипотеза: Задига обвинили в краже лошади, по-видимому, потому, что он очень точно описал пропавшего коня, как это может сделать только человек, который не просто видел коня, но детально его рассмотрел, а поскольку конь пропал, то таким рассмотревшим коня детально человеком вполне мог оказаться укравший его Задиг. Для проверки этой гипотезы можно предложить нескольким разным людям рассмотреть путь следования коня и после этого попытаться описать коня, которого они никогда не видели, как можно детальнее, предложив за точность описания вознаграждение (мотивировать). Окажется, что, не увидев коня, описать его точно практически невозможно. Значит, Задиг обязательно видел коня, а, поскольку конь пропал, значит Задиг его украл.

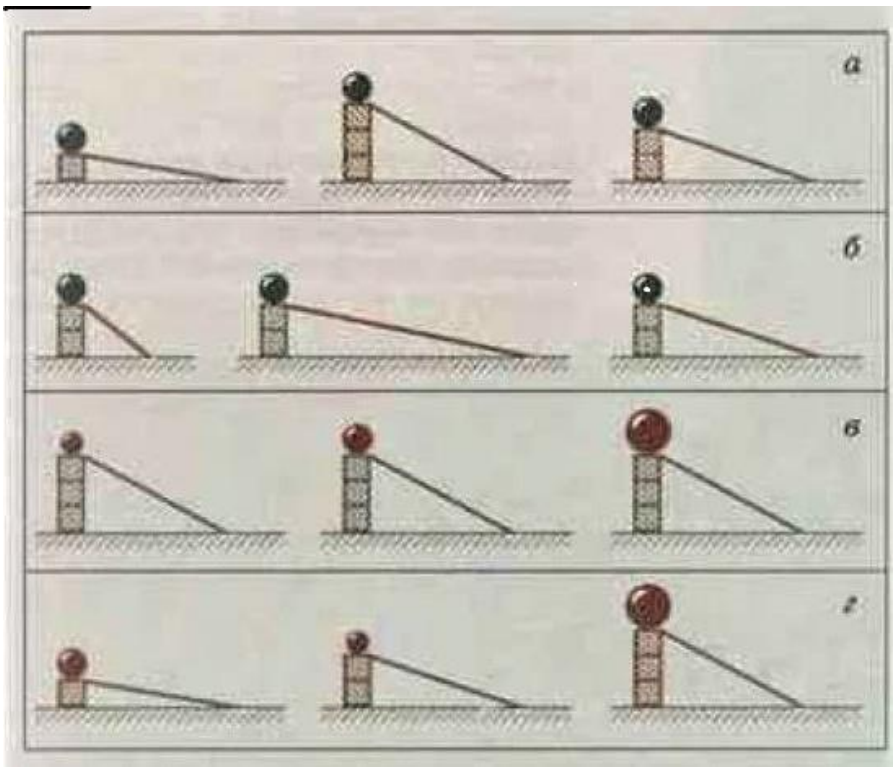
2. Гипотезой, выдвинутой Задигом, можно считать следующие его слова: «Это конь, у которого превосходнейший галоп; он пяти футов ростом, копыта у него очень маленькие, хвост трех с половиной футов длины, бляхи на его

удилах сделаны из золота в двадцать три карата, подковы из серебра…». Для Задига это является именно гипотезой, так как он никогда не видел коня и мог только лишь предполагать, как тот выглядит.

3. Чтобы суметь выдвинуть свою гипотезу Задиг провел научное наблюдение с целью как можно точнее установить, как именно выглядел конь. Задиг не вмешивался в течение процесса и не создавал никаких новых условий, поэтому то, что он сделал было именно научным наблюдением, а не экспериментом. Оценивая идею исследования, проведенного Задигом, можно констатировать, что он тщательно изучил путь следования коня и по всем оставленным конем следам сделал должные выводы. Описание основных этапов исследования, проведенного Задигом, содержится в тексте его оправдательной речи.

Задание 3.

На рисунке представлены варианты четырех экспериментальных установок (а, б, в, г), предлагаемых для исследования того, как зависит скорость скатывания круглого тела с наклонной плоскости от его радиуса.



1. Какой из четырех рисунков (а, б, в, г) содержит установку, пригодную для проверки того, как зависит скорость скатывания круглого тела с наклонной плоскости от его радиуса? Обоснуйте пригодность выбранной вами установки для исследования указанной зависимости.

2. Обоснованно объясните, почему каждая из трех остальных установок не подходит для проверки зависимости скорости скатывания круглого тела с наклонной плоскости от его радиуса.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***предлагать способ научного исследования данного вопроса****, конкретно в данном*

случае – умения из предложенных 4-х вариантов экспериментальных установок выбрать именно ту, которая позволяет достичь поставленной цели исследования, а также обосновать непригодность 3-х остальных установок для достижения поставленной цели исследования.

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 3.

Для исследования зависимости скорости скатывания круглого тела с наклонной плоскости от его радиуса подходит установка «в», так как в ней все наклонные плоскости одинаковы, то есть зависимость скорости скатывания от различий в наклонных плоскостях исключается, а все круглые тела имеют различные радиусы, что позволяет проследить за скоростью скатывающихся круглых тел трех различных радиусов.

Установка «а» не подходит, так как в ней присутствуют шары одинаковых радиусов, то есть изменений радиусов нет, а надо исследовать зависимость скорости от радиуса, а для этого необходимы шары разных радиусов.

Установка «б» не подходит, так как в ней также присутствуют шары одинаковых радиусов. С ее помощью можно было бы исследовать зависимость скорости скатывания круглых тел от угла наклона плоскости.

Установка «г» не подходит, так как в ней хотя и присутствуют шары разных радиусов, но при этом наклонные плоскости имеют разные углы наклона, так что скорость скатывающегося круглого тела может определяться не только радиусом шара, но и углом наклона плоскости и достичь цели исследования не удастся.

3.2. Практическая работа «Техника проведения измерений и представления результатов»

Цель: формирование и развитие компетенции *понимания особенностей естественнонаучного исследования* в ходе постановки цели исследования по краткому описанию хода исследования измерительных характеристик различных мензурок; формулировки гипотезы, объясняющей явление измерения термометром температуры небольшого количества воды и предложения возможных способов ее проверки; формулирования идеи исследования зависимости давления внутри жидкости от ее плотности и глубины и описания этапов такого исследования; характеристики элементов исследования причин ошибок в измерении давления жидкости в сосуде при помощи погружаемого в жидкость манометра.

Приборы и материалы.

1. Тексты качественных и расчетных заданий по тематике работы.
2. Арифметический калькулятор.

Время выполнения практической работы: 40 минут.

Рекомендации для обучающихся.

1. Все вычисления (числовые выражения) подробно записывайте в тетради для практических работ.
2. При сложных арифметических расчетах пользуйтесь калькулятором.
3. При формулировании ответов ориентируйтесь на положения, приведенные в «Теоретические сведения …».

Методические пояснения для учителя.

Выполнение заданий данной практической работы предполагает в первую очередь формирование и развитие у обучающихся всех 4-х компонентов компетенции понимания особенностей естественнонаучного исследования.

Наряду с этим обучающиеся повторяют и / или узнают в качестве нового для них содержания:

- смысл действия «измерение», понятия цены деления измерительного прибора, погрешности измерений и предела измерения;

- молекулярно-кинетическую картину установления теплового равновесия;

- влияние измерительного прибора на результат измерения на примере влияния термометра на измеряемую температуру тела и влияния манометра на измерение давления жидкости на той или иной глубине.

При этом они в значительной степени упражняются в производстве расчетов, стараясь осуществить эти расчеты максимально рационально и за наименьшее время.

Весьма существенным в деятельности школьников является и то, что при выполнении заданий работы они реализуют три компонента деятельности – ориентировочный, исполнительный и контрольный, в чем им организационно оказывает помощь и поддержку учитель.

Теоретическая информация для выполнения заданий работы.

1. Измерить какую-либо величину – значить сравнить ее с единицей данной величины, с эталоном, например, если за единицу длины принят 1 метр, то измеряемую длину надо сравнить с 1 м, при этом результат сравнения необязательно выражается целым числом и числом, большим единицы, возможны результаты 6,8 м; 0,7 м.

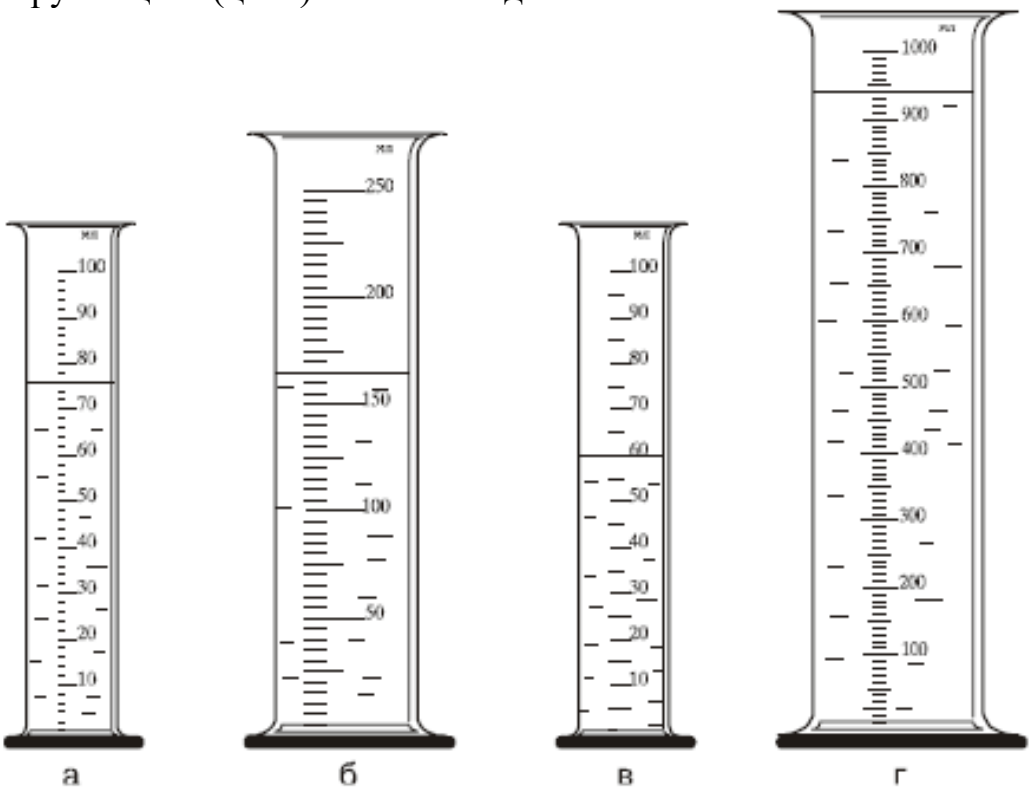
2. Цена деления измерительного прибора – расстояние между соседними штрихами на шкале прибора, выраженное в единицах измеряемой этим прибором величины.

3. Погрешность измерения – это неизбежная неточность измерения, ее причины – несовершенство измерительных приборов и возможная неточность отсчета. Принимается, что погрешность измерения равна *половине цены деления* шкалы используемого измерительного прибора при точном совпадении границ измеряемого объекта со штрихами шкалы и равна *цене деления* шкалы используемого измерительного прибора, если граница измеряемого объекта не совпадает со штрихом шкалы, в этом случае значение измеряемой величины округляется до ближайшего штриха.

Задание 1.

Считая, что объем жидкости измеряется в см^3, составьте в тетради для практических работ таблицу, в которой приведите: цену деления каждой мензурки, предел измерения каждой мензурки, измеренный объем жидкости с учетом погрешности. Результат измерения объема жидкости в каждой мензурке с учетом погрешности запишите в формате V = (15 ± 1) см^3.

Полагая, что проведенные вами действия являются исследованием, сформулируйте цель (цели) этого исследования.



Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***распознавать и формулировать цель данного исследования****, конкретно в данном случае – умения по краткому описанию хода исследования измерительных характеристик различных мензурок четко сформулировать цель такого исследования.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 1.

Цена деления мензурки, см^3	Предел измепрения мензурки, см^3	Измеренный объем жидкости в мензурке с учетом погрешности, см^3
2	100	76 ± 1
5	250	165,0 ± 2,5
5	100	60,0 ± 2,5
10	1000	940 ± 5

Возможная формулировка цели проведенного исследования: по приведенным изображениям четырех различных мензурок рассчитать цену деления каждой мензурки, установить предел измерения каждой мензурки и записать величину объема жидкости в мензурке с учетом погрешности по правилам установления погрешности.

Задание 2.

2.1. Известно, что при тепловом контакте двух тел с разной температурой через некоторое время температуры этих тел становятся одинаковыми, выравниваются, тела приходят в состояние теплового равновесия. Сформулируйте объяснительную гипотезу этого явления.

2.2. Что именно измерит термометр, с помощью которого будут пытаться измерить температуру небольшого количества воды? Сформулируйте объяснительную гипотезу этого явления и предложите способы ее проверки. Поясните, почему невозможно точно измерить термометром температуру небольшого количества воды?

2.3. Поясните, почему при измерении медицинским термометром температуры человеческого тела влияние термометра на температуру тела пренебрежимо мало?

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки****, конкретно, в данном случае – не просто сформулировать гипотезу, объясняющую явление измерения термометром температуры небольшого количества воды, но и обязательно предложить возможные способы ее проверки.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 2.

<u>2.1. Объяснительная гипотеза процесса установления теплового равновесия:</u> общая температура тел с первоначально разной температурой при их непосредственном контакте через некоторое время становится одинаковой, поскольку микрочастицы тела с более высокой температурой передают часть

своей кинетической энергии микрочастицам тела с более низкой температурой.

<u>Пояснение:</u> температура – физическая величина, характеризующая степень нагретости тела, с молекулярно-кинетической точки зрения степень нагретости тела определяется кинетической энергией (то есть массой в совокупности со скоростью) движения составляющих это тело микрочастиц – молекул и / или атомов; кинетическая энергия микрочастиц более нагретого тела больше, нежели кинетическая энергия микрочастиц менее нагретого тела, поэтому при взаимодействии микрочастиц по разному нагретых тел путем соударения происходит уменьшение кинетической энергии микрочастиц первоначально более нагретого тела и увеличение кинетической энергии микрочастиц первоначально менее нагретого тела, так что в итоге средние кинетические энергии микрочастиц того и другого тела становятся одинаковыми, что и означает выравнивание температур этих тел.

2.2. <u>Объяснительная гипотеза процесса измерения термометром температуры небольшого количества воды:</u> термометр измерит не температуру, которую небольшое количество воды имело до начала измерения, а общую температуру этого количества воды и термометра, которая установится в результате их прихода в состояние теплового равновесия.

Возможный способ проверки гипотезы: потребуются два одинаковых термометра, имеющих первоначально одинаковую температуру (комнатную), пластиковое ведро (низкая теплопроводность) нагретой воды, и пластиковый стакан. Немного нагретой воды из ведра (по массе – меньше предварительно измеренной массы используемого термометра примерно в 5 раз, поскольку удельная теплоемкость стекла равна 700-800 Дж /кг·^{o}С, а удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж /кг·^{o}С) отливается в стакан и строго одновременно начинается измерение температуры воды в ведре и в стакане. При этом окажется, что за счет контакта небольшого количества воды с термометром он «заберет» у этой воды такое количество теплоты, что небольшое количество воды заметно остынет по сравнению с количеством воды в ведре, масса которой значительно превосходит массу термометра. Поэтому и невозможно точно измерить термометром температуру небольшого количества воды, поскольку изменение температуры воды в процессе ее измерения будет значительным.

2.3. При измерении медицинским термометром температуры человеческого тела влияние термометра на температуру тела пренебрежимо мало, поскольку, во-первых, масса тела значительно больше массы термометра, а, во-вторых, удельная теплоемкость стекла 700-800 Дж /кг·^{o}С, а удельная теплоемкость тела человека 3350 Дж /кг·^{o}С.

Задание 3.

3.1. От чего зависит давление внутри жидкости? Предложите способ научного исследования данного вопроса и опишите основные этапы такого исследования.

3.2. Почему, погружая манометр в жидкость для измерения давления у дна того или иного сосуда, мы рискуем ошибиться в своем измерении? Сформулируйте объяснительную гипотезу этого явления и предложите способы ее проверки.

3.3. При каких условиях ошибка в измерении давления воды у дна сосуда при помощи погружаемого в нее манометра будет незначительной?

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает:

- формирование у обучающихся умения ***предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса****, конкретно в данном случае – умения, кратко сформулировать идею исследования того, от чего зависит давление внутри жидкости, и описать основные этапы такого исследования;*

- формирование у обучающихся умения ***описывать и оценивать способы, которые используют ученые, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений,*** *конкретно, в данном случае – охарактеризовать назначение того или иного элемента исследования причин ошибок в измерении давления жидкости в сосуде при помощи погружаемого в жидкость манометра.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 3.

3.1. Как известно, давление внутри жидкости зависит прямо пропорционально от плотности жидкости и от расстояния той точки, в которой определяется давление, от свободной поверхности жидкости, иначе говоря, от глубины.

Способ научного исследования названной зависимости: используя один и тот же манометр, погружать его на одну и ту же глубину в жидкости различной плотности и на разную глубину в одну и ту же жидкость.

Основные этапы такого исследования: приготовить одинаковые сосуды, в которые налить до одного и того же уровня жидкости различной плотности; значения плотностей жидкости записать; погружать один и тот же манометр на одну и ту же глубину в эти разные жидкости и записывать значение измеренного давления; сравнить отношения плотностей каждой пары жидкостей с отношением давлений в этих жидкостях и сделать вывод о том, как зависит давление внутри жидкости от ее плотности (окажется, что прямо пропорционально; погружать манометр в одну и ту же жидкость на разную глубину и записывать давление жидкости, измеренное манометром; сравнить отношение каждой пары глубин погружения с отношением соответствующих этим глубинам давлений и сделать вывод о том, как зависит давление в жидкости от глубины погружения (окажется, что прямо пропорционально).

3.2. Объяснительная гипотеза: риск ошибки измерения давления жидкости у дна того или иного сосуда при помощи погружаемого в жидкость манометра возможно обусловлен тем, что при погружении манометра уровень жидкости увеличивается и давление у дна сосуда изменяется.

<u>Способ проверки гипотезы:</u> следует приготовить несколько сосудов разного размера, чтобы в них можно было налить жидкость с различным расстоянием от свободной поверхности до дна (сосуды разной глубины) и с различной площадью дна; при этом используемый для измерения давления у дна сосудов манометр должен свободно погружаться в каждый из этих сосудов; затем следует, зная плотность жидкости, рассчитать по известной формуле $\boldsymbol{p = \rho g h}$ *давление жидкости у дна сосуда в точке, отстоящей от свободной поверхности жидкости на такое расстояние, на котором будет находиться <u>середина</u> мембраны манометра; после этого надо погрузить манометр в сосуд на нужную глубину, измерить давление и сравнить его с расчетным значением; измеренное давление будет больше расчетного потому, что манометр имеет объем, вытесняет этот объем жидкости, уровень жидкости увеличивается, что приводит к увеличению давления.*

Достоверность объяснения причин ошибок в измерении давления жидкости у дна сосуда при помощи погружаемого в жидкость манометра достигается при помощи следующих элементов исследования: расчетом давления до измерения достигается получение значения давления, с которым будет сравниваться измеряемое давление для обнаружения различий в значении давления; использование различных сосудов позволит обнаружить условия, при которых ошибка измерения будет незначительной.

3.3. Ошибка в измерении давления жидкости у дна сосуда при помощи погружаемого в нее манометра будет незначительной при следующих условиях: если объем погружаемой в жидкость части манометра будет небольшим (как можно меньше) по сравнению с объемом самой жидкости; если площадь дна сосуда будет как можно больше – тогда высота подъема жидкости из-за погружения манометра может стать такой, что манометр данной точности измерения на такой незначительный подъем жидкости «не среагирует».

3.3. Практическая работа «Средства изучения микромира и мегамира»

Цель: формирование и развитие компетенции *понимания особенностей естественнонаучного исследования* в ходе краткой формулировки идей исследования проблем видения невооруженным и вооруженным глазом человека клеток животных и растений и описания основных этапов таких исследований.

Приборы и материалы.

1. Тексты качественных и расчетных заданий по тематике работы.
2. Арифметический калькулятор.

Время выполнения практической работы: 40 минут.

Рекомендации для обучающихся.

1. Все вычисления (числовые выражения) подробно записывайте в тетради для практических работ.
2. При сложных арифметических расчетах пользуйтесь калькулятором.
3. Следите за точным использованием несистемных единиц измерения, предусмотренных в выполняемых заданиях.

Методические пояснения для учителя.

Выполнение заданий данной практической работы предполагает в первую очередь формирование и развитие у обучающихся всех 4-х компонентов компетенции понимания особенностей естественнонаучного исследования. Наряду с этим обучающиеся повторяют и / или узнают в качестве нового для них содержания разнообразные характеристики скорости химических реакций. При этом они в значительной степени упражняются в производстве расчетов, стараясь осуществить эти расчеты максимально рационально и за наименьшее время. Весьма существенным в деятельности школьников является и то, что при выполнении заданий работы они реализуют три компонента деятельности – ориентировочный, исполнительный и контрольный, в чем им организационно оказывает помощь и поддержку учитель.

Теоретическая информация для выполнения заданий работы.

Глаз человека является простейшим оптическим прибором. Возможности глаза, как и любого прибора, ограничены.

Глаз человека различает две рядом расположенные точки (предмета) как отдельные, если угол зрения составляет 0,5 угловой минуты. Эта величина называется разрешением глаза.

При разглядывании маленьких предметов с расстояния наилучшего зрения 25 см результат разделения или слияния двух точек зависит от размеров предметов и расстояния между ними.

При разглядывании удаленных предметов (звезд, планет) результат разделения или слияния двух предметов (точек) зависит от расстояния до этих предметов.

Объекты, которые наблюдаются глазом человека под углом менее 0,5 угловой минуты, сливаются в одну точку.

Микроскоп и телескоп увеличивают угол наблюдения и помогают рассмотреть:

- микроскоп – мелкие объекты, неразличимые невооруженным глазом;
- телескоп – удаленные объекты.

Задание 1.

Каким образом можно определить, может ли невооруженный глаз человека различать клетки животных и растений, размер которых варьируется от 0,01 до 0,001 мм?

Сформулируйте идею исследования, направленного на решение этой проблемы, и опишите основные этапы такого исследования.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса****, конкретно в данном случае – умения, по описанию проблемы «Может ли глаз человека различать клетки животных и растений, размер которых варьируется от 0,01 до 0,001 мм?» кратко сформулировать идею исследования, направленного на ее решение и описать основные этапы такого исследования;*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 1.

Идея исследования: надо, используя информацию о величине разрешения глаза, рассчитать, объект какого наименьшего размера может различить невооруженный глаз и сравнить этот размер с приведенными размерами клеток животных и растений.

Основные этапы исследования.

1. Установить расчетную формулу для нахождения наименьшего размера объекта, видимого невооруженным глазом с расстояния наилучшего зрения: из математики известно, что искомый размер может быть рассчитан по формуле $\Delta x = L \cdot \varphi$, где φ – угол зрения на предмет, выраженный в радианах (1 рад ≈ 57°), L – расстояние наилучшего зрения, равное 25 см = 250 мм, Δx – линейный размер объекта, видимого под углом зрения φ.

2. Выразить 0,5 угловой минуты в радианах: для этого надо разделить 1 рад на 57 и на 120, получим приблизительно 0,000146 рад.

3. Подставить в формулу значение угла в радианах и значение расстояния наилучшего зрения в мм: Δx = 250 мм · 0,000146 = 0,0365 мм – это размер наименьшего объекта, видимого невооруженным глазом с расстояния наилучшего зрения.

4. Сравнить полученный размер с размеров клеток: наибольший размер клеток – 0,01 мм и это более чем в 3 раза меньше наименьшего видимого невооруженным глазом размера, следовательно, невооруженный глаз человека не может различать даже самые крупные клетки животных и растений.

Задание 2.

Каким образом можно определить, может ли глаз человека различать клетки животных и растений, размер которых варьируется от 0,01 до 0,001 мм, при использовании обычного школьного микроскопа?

Сформулируйте идею исследования, направленного на решение этой проблемы, и опишите основные этапы такого исследования.

Используйте знание о том, что увеличение обычного школьного микроскопа можно рассчитать по формуле

$$\Gamma = \frac{L \cdot \Delta}{f_{об.} \cdot f_{ок.}}$$

где Δ = 160 мм – длина тубуса микроскопа,

$f_{об.}$ = 18,2 мм – фокусное расстояние объектива микроскопа,

$f_{ок.}$ = 24,77 мм – фокусное расстояние окуляра микроскопа.

Методические пояснения для учителя.

Данное задание предполагает формирование у обучающихся умения ***предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса****, конкретно в данном случае – умения, по описанию проблемы «Каким образом можно определить, может ли глаз человека различать клетки животных и растений, размер которых варьируется от 0,01 до 0,001 мм, при использовании обычного школьного микроскопа» кратко сформулировать идею исследования, направленного на ее решение и описать основные этапы такого исследования.*

Ожидаемый правильный результат выполнения задания 2.

Идея исследования: надо, используя формулу для расчета увеличения обычного школьного микроскопа, рассчитать это увеличение, затем, зная увеличение, определить «видимые» размеры клеток животных и растений, после чего сравнить эти «видимые» размеры с размером наименьшего видимого невооруженным глазом объекта и сделать вывод.

Основные этапы исследования.

1. Рассчитать увеличение обычного школьного микроскопа по заданной формуле: получится приблизительно 88,7 – это значит, что наблюдаемые через микроскоп объекты будут «видеться» увеличенными в 88,7 раза.

2. Вычислить, какого размера будут «видеться» наибольшие и наименьшие по размерам клетки, для чего умножить реальные размеры клеток на 88,7. Для клеток размером 0,01 мм получим «видимый» размер 0,887 мм, а для клеток размером 0,001 мм получим «видимый» размер 0,0887 мм.

3. Сравнить полученные «видимые» размеры клеток с наименьшим размером объекта, видимым невооруженным глазом, то есть с 0,0365 мм. Получается, что оба «видимых» размера больше наименьшего видимого невооруженным глазом размера. Следовательно, при использовании обычного школьного микроскопа глаз человека может различать клетки растений и животных.

4. Заключение

Данный сборник дидактического материала был успешно апробирован в 10-х классах Негосударственного (частного) общеобразовательного учреждения (НОУ) гимназии «Школа бизнеса».

В процессе апробации полностью подтвердились наши предположения о том, что при выполнении предлагаемых в сборнике практических работ у обучающихся формируется и развивается такая компетенция естественнонаучной грамотности, как *понимание особенностей естественнонаучного исследования*.

При этом формирование и развитие компетенции носит комплексный характер, так как каждая практическая работа включает в себя различные по характеру учебные задания.

В то же время учитель получает возможность, наблюдая за деятельностью обучающихся и изучая продукты их деятельности, оценивать сформированность у них конкретной (заглавной) компетенции естественнонаучной грамотности.

Спектр подобных практических работ может быть расширен и дополнен работами, в рамках которых целенаправленно формируются и другие компетенции естественнонаучной грамотности:

- научное объяснение явлений
- интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

5. Список информационных источников

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413) с изменениями и дополнениями от: 29 декабря 2014 г., 31 декабря 2015 г., 29 июня 2017 г., 24 сентября, 11 декабря 2020 г., 12 августа 2022 г.
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12 августа 2022 г. № 732 «О внесении изменений в ФГОС СОО, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утвержденный приказом Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 года № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».
5. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам – образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства просвещения РФ от 22.03.2021 г. № 115.
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
8. Приказ Министерства образования и науки РФ, Министерства просвещения РФ от 30.06.2020 г. № 845 / 369 «Об утверждении Порядка зачета организацией, осуществляющей образовательную деятельность, результатов освоения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ в других организациях, осуществляющих образовательную деятельность».
9. Приказ Министерства просвещения РФ от 23.11.2022 г. № 1014 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования».
10. Приказ Министерства просвещения РФ от 16.11.2022 г. № 993 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования».
11. Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
12. Письмо Министерства просвещения РФ от 05.07.2022 г. № ТВ – 129 / 03 «О направлении методических рекомендаций».
13. Естествознание. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / [И.Ю. Алексашина, К.В. Галактионов, И.С. Дмитриев и др.]; под ред. И.Ю. Алексашиной. – 2-е изд., испр. – М.: Просвещение, 2016. – 272 с.: ил. – (Лабиринт).