

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ПРАКТИКУМ КАК ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНОГО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ¹

Заграничная Надежда Анатольевна,

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник Лаборатории естественнонаучного общего образования Института стратегии развития образования РАО, Москва

Паршутина Людмила Александровна,

кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник Лаборатории естественнонаучного общего образования Института стратегии развития образования РАО, академик МАДО, Москва

Пентин Александр Юрьевич,

кандидат физико-математических наук, доцент, профессор кафедры естественно-математического образования, заведующий Лабораторией естественнонаучного общего образования Института стратегии развития образования РАО, Москва

В СТАТЬЕ ПРИВЕДЕНЫ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ПРАКТИКУМОВ В ШКОЛЕ; ДАЮТСЯ ПРИМЕРЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАНИЙ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ УЧИТЕЛЯМИ НА УРОКАХ ХИМИИ, БИОЛОГИИ И ДРУГИХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН. ЗАДАНИЯ, ВХОДЯЩИЕ В СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИКУМОВ, ЯВЛЯЮТСЯ КОМПЛЕКСНЫМИ И НАПРАВЛЕННЫМИ НА ФОРМИРОВАНИЕ У УЧАЩИХСЯ УМЕНИЙ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫМ, РЕГУЛЯТИВНЫМ И КОММУНИКАТИВНЫМ УНИВЕРСАЛЬНЫМ УЧЕБНЫМ ДЕЙСТВИЯМ.

• задание • практикум • естественнонаучный • мини-исследование • контроль усвоения
• проблема исследования • гипотеза

Назначение естественнонаучного практикума

В условиях изменения целей и результатов образования традиционные методы и приёмы обучения не всегда позволяют выполнить все требования государственного стандарта. Необходима модернизация подходов к преподаванию естественнонаучных дисциплин. Важнейшим направлением

в естественнонаучном образовании становится обучение школьников научному познанию окружающей действительности (решению познава-

тельных задач). Выпускники должны не только усвоить знания о материальном мире, но и научиться наблюдать, описывать, объяснять и прогнозировать, исследовать вещества и явления, применять эти умения и научные знания в различных ситуациях, т.е. использовать научный метод познания. Формирование таких возможностей учащихся эффективно происходит при организации их самостоятельной работы в рамках естественнонаучного практикума (ЕНП).

Естественнонаучный практикум в основной школе позволяет учителю реализовать *исследовательский метод обучения*, т.е. организовать «поисковую, познавательную деятельность учащихся путём постановки

¹ Статья выполнена по Государственному заданию № 073-00086-19-01 в рамках проекта «Обновление содержания общего естественнонаучного образования и методов обучения естественнонаучным предметам в условиях современной информационной среды». Шифр проекта № 27.6122.2017/БЧ.

познавательных и практических задач, требующих самостоятельного творческого решения»².

Естественнонаучный практикум является перспективным направлением интеграции естественнонаучных предметов на основе выделения в содержании обучения общих проблем и методов их решения. Этот аспект значения практикума является важным, т.к. в настоящее время в основном образовании не предусмотрено специальное пространство для реализации интеграционных связей между дисциплинами и положение усугубляется отсутствием предмета «Естествознание 5–6».

Принципы построения естественнонаучного практикума

Естественнонаучный практикум — это система учебных занятий, имеющих целью практическое освоение естественнонаучных знаний и способов действий. ЕНП состоит из экспериментальных исследовательских заданий и контекстных практико-ориентированных заданий, имеющих преимущественно межпредметный характер. В школьной практике ЕНП может быть реализован как дополнительный курс по выбору учащихся (заменяет кружок, факультатив), наряду с этим учителя могут использовать отдельные исследовательские задания на уроках химии, биологии и других естественнонаучных учебных дисциплин.

Технология организации ЕНП требует качественно новых исследовательских экспериментальных и контекстных заданий. Методологическим основанием разработки таких заданий является научный метод познания. Цикл научного познания рассматривается в качестве ориентировочной основы познавательной и исследовательской деятельности учеников на уроках, а также при проведении учебных проектно-исследовательских работ. В учебных исследовательских заданиях учтено, что в обучении, как и в науке, сначала происходит накопление фактов, на основе их обобщения выделяется познавательная проблема, предлагается гипотеза для решения проблемы, она обосновывается, выводятся следствия, которые проверяются экспериментально.

Для того чтобы решить важную задачу, выдвигаемую в ФГОС ООО, — развитие познавательных и творческих способностей школьников, авторским коллективом Лаборатории естественнонаучного общего образования ИСМО РАО было предложено значительную часть описательного текста учебников переработать в систему познавательных заданий-исследований для самостоятельного выполнения учащимися на уроках. Это могут быть любые уроки или их этапы, где возможны создание проблемной ситуации и выявление противоречий. Эти мини-исследования выполняются по схеме цикла научного познания, т.е. реализуется схема субъективного «переоткрытия» школьниками того, что было открыто в ходе исторического развития науки.

Задания, входящие в содержание ЕНП, являются комплексными, т.к. направлены на формирование умений, соответствующих познавательным, регулятивным и коммуникативным универсальным учебным действиям. Каждое задание направлено на развитие комплекса умений. Использование системы таких заданий, включающих постановку проблем, выдвижение гипотез и их подтверждение, будет способствовать формированию опыта применения усвоенных знаний и умений и тем самым формированию таких компетентностей выпускников, как:

- 1) понимание основных особенностей естественнонаучного исследования. Способность применять исследовательские умения на практике;
- 2) способность объяснять или описывать естественнонаучные явления на основе имеющихся научных знаний, а также прогнозировать возможные изменения и последствия;
- 3) способность интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов, их анализа и оценки достоверности.

Технология использования исследовательских заданий на уроках

Школьники под руководством учителя должны научиться использовать приёмы научного познания на протяжении

² Российская педагогическая энциклопедия. — URL: <https://pedagogicheskaya.academic.ru/2404>

всего курса обучения. Экспериментальные и контекстные комплексные задания открывают учителю возможность создания на уроках проблемных ситуаций. В содержание каких уроков могут быть включено выполнение таких заданий? Это могут быть уроки всех типов: открытия новых знаний, обретения новых умений и навыков, рефлексии, систематизации знаний, развивающего контроля.

На уроках по изучению законов и теорий химии используются исследовательские задания, в которых актуализируется история открытий; перед учащимися ставится задача проанализировать научные факты и гипотезы учёных. Можно предлагать им выдвигать свои гипотезы, чтобы они пытались «переоткрывать» установленный учёным закон или проверяли его в эксперименте (например, учебная исследовательская задача по «открытию» Периодического закона при работе с карточками, на которых представлены сведения о химических элементах и их соединениях). При выполнении подобных заданий школьники на своём опыте убеждаются, что научное познание осуществляется путём повторения циклов исследования.

На уроках, посвящённых изучению веществ и химических реакций, используются различные проблемные задания, в содержание которых входят этапы и приёмы научного познания. Урок может включать решение как одной, так и нескольких проблем. Рассмотрим возможную структуру урока-исследования.

1. Мотивация и актуализация знаний, умений и опыта учащихся.

Учитель знакомит учащихся с темой и целью урока. Он обращает внимание учеников на определённые *научные факты* или факты, встречающиеся в повседневной жизни, создавая тем самым проблемную ситуацию. Объяснения этих фактов должны вызывать затруднения у школьников или же противоречить имеющимся у них представлениям. На этом этапе важное значение имеет возникновение заинтересованности и мотивации у подростков.

2. Выявление затруднения: в чём сложность представленного материала, что именно создаёт проблему, поиск противоречия.

Учитель организует краткое обсуждение и стимулирует попытки учащихся объяснить приведённые факты с научной точки зрения, акцентируя внимание на противоречиях и возникающих вопросах. В результате такой совместной работы определяется *проблема* мини-исследования, которую учащимся предстоит разрешить.

3. Разработка плана по выходу из создавшегося затруднения, рассмотрение возможных вариантов, поиск оптимального решения.

Учащиеся предлагают свои варианты решения проблемы: объяснения, прогнозы, выявление причинно-следственных связей, модели и т.п. Таким образом, формулируется *гипотеза*. Самостоятельно или с помощью учителя школьники составляют план действий по проверке гипотезы.

4. Реализация выбранного плана по разрешению затруднения.

Это главный этап работы, на котором и происходит «открытие» нового знания. Учащиеся с помощью учителя *обосновывают гипотезу*, работая с различными источниками информации. Выводят следствия из гипотезы. Затем гипотезу или её следствия *проверяют в эксперименте*. Для предотвращения формального усвоения знаний и умений на уроке химии необходимо обеспечивать ученикам возможность не только увидеть изучаемые вещества и явления, но и в процессе самостоятельной практической работы с ними подтвердить или опровергнуть свои предположения. Важно учесть, что адекватное восприятие впервые изучаемого явления не может быть полностью заменено восприятием наглядных «заменителей» изучаемого явления, артефактов, таких как рисунки, фотографии, компьютерные анимации и т.п. Экспериментальная работа может быть организована в составе небольших групп.

5. Включение в систему знаний и умений.

Учащиеся в рабочих группах анализируют результаты своей работы, соотносят полученные результаты с выдвинутыми предположениями, делают выводы. Учитель может им предложить вопросы и задачи, направленные на установление связи нового

знания с имеющимися представлениями, на применение в учебных и реальных жизненных ситуациях. Группы, работающие над разными заданиями, должны получить возможность продемонстрировать свои достижения.

6. Контроль усвоения. Рефлексия, включающая в себя и рефлексия учебной деятельности, и самоанализ, и рефлексия чувств и эмоций.

В зависимости от типа и цели урока возможно проведение небольшой проверочной работы, включающей обсуждение правильных результатов, взаимо- или самооценку. Важным моментом при подведении итогов является установление соответствия результатов и цели урока.

Различные по времени выполнения задания ЕНП позволяют учителю провести либо одно исследование по теме урока, либо включить в контекст урока несколько небольших исследовательских заданий. Тексты заданий могут быть предложены ученикам на мобильных устройствах с выходом в Интернет или на бумажном носителе.

Приведём примеры исследовательских межпредметных заданий.

Задание 1 (химия + анатомия, 8-й класс).

Лекарство для желудка

1. Из курса анатомии вам известны сведения о работе желудка. Вспомните их:

- Роль желудка в пищеварительной системе организма: _____
- Процессы, происходящие в желудке при переваривании пищи: _____

При нарушениях в работе желудка могут возникать изжога, боли, чувство тяжести. В этих случаях врачи рекомендуют использовать таблетки, суспензии или порошки, содержащие вещества-антациды.

2. Выясните значение этого слова в словаре: _____

Раньше в качестве антацида использовали раствор питьевой соды NaHCO_3 (отсюда её название). Сейчас применяют другие вещества.

3. Прочитайте состав антацидного средства, например «Маалокса», и установите формулы входящих в его состав веществ: _____

4. Определите проблему исследования: _____

5. Предложите гипотезу (объяснение): _____

6. Обоснуйте свою гипотезу, ответив на вопросы:

- Какое вещество, из участвующих в пищеварительном процессе, может вызывать боль в области желудка? _____
- Какие вам известны способы удаления этого вещества из раствора? _____
- Какие классы неорганических веществ могут использоваться для этой цели? _____
- Оцените возможность приёма в качестве лекарства каждого из предложенных классов веществ (безопасность самого реагента, безопасность получающихся продуктов реакции, полезные свойства реагента для лечения желудка): _____

7. Экспериментально подтвердите свою гипотезу.

- Проведите лабораторные опыты в группах (по 2–4 человека) с предложенными веществами. Обсудите в группе план экспериментального исследования и запишите его: _____

1-я группа. Получите нерастворимый гидроксид магния при взаимодействии соответствующей соли и гидроксида натрия. Опишите его физические свойства. Исследуйте его взаимодействие с соляной кислотой. Убедитесь в нейтральности полученных продуктов реакции. Составьте отчёт о проделанных экспериментах.

2-я группа. Получите нерастворимый гидроксид алюминия при взаимодействии соответствующей соли и гидроксида натрия. Опишите его физические свойства. Исследуйте его взаимодействие с соляной кислотой. Убедитесь в нейтральности полученных продуктов реакции. Составьте отчёт о проделанных экспериментах.

3-я группа. Изучите физические свойства оксидов магния и оксида бария. Растворите небольшие порции этих оксидов в воде, испытайте каждый раствор индикатором фенолфталеином. Сделайте выводы о возможности использования этих оксидов как антацидных средств. Проведите реакцию между оксидом магния и кислотой. Составьте отчёт о проделанных экспериментах.

Обобщите результаты работы каждой группы, сформулируйте общий вывод о подтверждении или опровержении вашей гипотезы: _____

Ваша гипотеза может иметь практические следствия. Сформулировать их вам поможет выполнение задания:

Можно ли использовать различные вещества, имеющиеся в домашнем хозяйстве, для облегчения болей в желудке или изжоги? Объясните с научной точки зрения.

- а) известь (известковую воду) _____
 б) стиральную соду _____
 в) каустическую соду _____

Сделайте общий вывод: _____

Методические рекомендации к выполнению задания 1

Мотивация при выполнении исследовательского задания. Учащиеся получают новые знания и опыт применения знаний в практических жизненных ситуациях. Они узнают, что в жизни могут возникнуть нежелательные или опасные ситуации, если не учитывать химический характер и свойства веществ, используемых в быту. Исследования состава лекарственных препара-

тов могут послужить источником идей для проведения проектных и исследовательских работ школьников.

Актуализация опорных знаний. Выделение проблемы и гипотезы.

1. Из курса анатомии учащимся известны следующие сведения о работе желудка.

- Роль желудка в пищеварительной системе организма.

(Примерное содержание ответа: «Желудок является отделом пищеварительного тракта, в котором происходит: пропитывание пищи желудочным соком; перетирание пищи; расщепление белков; эмульгирование жиров молока; всасывание воды и лекарственных препаратов».)

- Процессы, происходящие в желудке при переваривании пищи.

(Примерное содержание ответа: «В слизистой оболочке желудка расположены железы, вырабатывающие желудочный сок. В состав сока входит соляная кислота, которая убивает попавшие в желудок болезнетворные бактерии.

Под действием ферментов происходит расщепление: пепсин расщепляет белки до пептидов (простых белков), липаза расщепляет эмульгированные жиры.

Также в желудке проходит и механическая обработка: перемешивание пищи и пропитывание её кишечными соками, дробление пищи благодаря перистальтическим движениям самого желудка. Далее пища небольшими порциями выталкивается в двенадцатиперстную кишку».)

2. При нарушениях в работе желудка могут возникать изжога, боли, чувство тяжести. В этих случаях врачи рекомендуют использовать таблетки, суспензии или порошки, содержащие вещества-антациды.

Антациды — это препараты, которые предназначены для нейтрализации кислоты, вырабатываемой в желудке человека.

3. Раньше в качестве антацида использовали раствор питьевой соды NaHCO_3 (отсюда её название). Сейчас применяют другие вещества. В состав антацидного средства, например «Маалокса», входят $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Учащимся предлагается:

4. *Определите проблему исследования.* (Например: «Почему именно названные вещества могут использоваться в качестве антацидов?»)

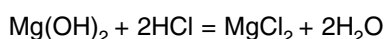
5. *Предложите гипотезу (объяснение).* (Например: «Антацидами могут быть вещества, способные нейтрализовать кислоту, но безвредные для организма».)

6. *Обоснование гипотезы* учащиеся могут сделать самостоятельно, отвечая на вопросы в тексте задания.

В желудке содержится соляная кислота. Кислота может быть нейтрализована веществами, имеющими основные свойства. Это — основания (щёлочи и нерастворимые основания), основные оксиды и некоторые соли.

Могут ли щёлочи использоваться для приёма внутрь? Вспомните свойства щелочей (способность разъедать ткани). Они не могут быть использованы в качестве антацида, так как это нанесёт большой вред организму (щелочной ожог).

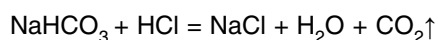
Нерастворимые гидроксиды могут взаимодействовать с кислотами:



Оцените безопасность продуктов реакции для организма (MgCl_2 почти всегда присутствует в водопроводной воде). Так же будет реагировать с кислотой оксид магния.

$\text{Al}(\text{OH})_3$ обладает схожими свойствами, кроме того, он может образовывать коллоидные растворы наподобие киселя или клея и может обволакивать стенки желудка. Это способствует быстрому снятию болевых ощущений.

Раствор питьевой соды также способен взаимодействовать с раствором кислоты, так как это кислая соль более слабой угольной кислоты.



7. *Экспериментальное подтверждение гипотезы* проводится при выполнении лабо-

раторных опытов в малых группах с разными веществами ($\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, MgO , BaO). Учащиеся под руководством учителя обсуждают план экспериментального исследования в соответствии с инструкцией и записывают его (желательно использование электронной доски).

План работы

- 1) Получение исследуемого вещества или его растворение в воде.
- 2) Описание его физических свойств.
- 3) Проведение реакции исследуемого вещества с соляной кислотой.
- 4) Проверка при помощи индикатора среды полученного раствора, содержащего продукты реакции.
- 5) Составление отчёта о проделанных экспериментах.

Учащиеся сообщают всему классу результаты работы каждой группы, затем формулируется общий вывод.

8. При выполнении следующего задания ученики выводят практические *следствия* из гипотезы. Они должны объяснить с научной точки зрения ограничения по использованию веществ, имеющихся в домашнем хозяйстве, для облегчения болей в желудке или изжоги.

А. Известковая вода — раствор щелочи $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Известковую воду использовать нельзя, так как можно вызвать ожог слизистых оболочек.

Б. Сода — Na_2CO_3 (имеет несколько названий: стиральная сода, кальцинированная сода), мыльное на ощупь вещество, в растворе имеет ярко выраженную щелочную реакцию из-за взаимодействия с водой. В этом можно убедиться, испытав раствор соды индикатором фенолфталеином. Использовать в качестве антацида нельзя!

В. Каустической содой называют NaOH . Это вещество — сильная щёлочь.

Общий вывод. (Например: «Для лечения заболеваний нужно пользоваться только теми средствами, которые выписывает врач».)

Задание 2 (биология + физика + химия, 8-й класс).

Работа мышц. Утомление

Для всех живых организмов характерно движение. Человек тоже совершает различные движения. Он ходит, бежит, прыгает, выполняет гимнастические упражнения, занимается спортом. Движение тела происходит за счёт работы мышц, которые прикреплены к костям.

В разных жизненных ситуациях одни и те же мышцы человека могут совершать разную работу. На основании данных фактов:

I. *Определите проблему исследования:*

II. *Предложите гипотезу (объяснение):*

III. *Обоснуйте свою гипотезу, ответив на вопросы:*

1. Что называют работой мышц?
2. Дайте определения двум видам мышечной работы:
динамическая работа мышц _____,
статическая работа мышц _____.
3. Опишите, как осуществляется работа мышц (рис. 1): _____
4. Откуда берётся химическая энергия в мышцах? _____
5. Может ли мышца работать бесконечно? Почему? _____

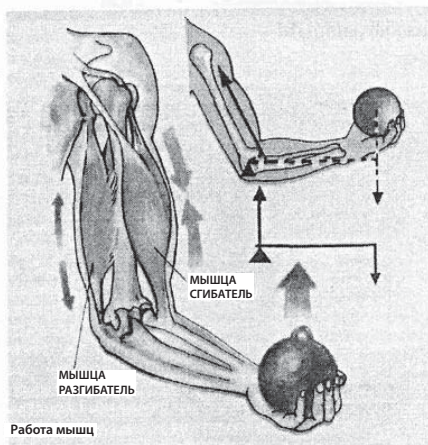


Рис. 1. Работа мышц руки при удержании груза

6. Почему в результате работы мышц тело человека нагревается и выделяется большое количество тепла? _____

IV. *Экспериментально подтвердите свою гипотезу.*

Опыт 1

Оборудование. Для работы необходимо иметь гантели массой 1 и 2 кг, секундомер или часы с секундной стрелкой.

Ход работы.

1. Уперев предплечье в локте, поднимайте и опускайте гирию массой 1 кг кистью в небыстром темпе в течение 1 мин. После отдыха (5 мин) удерживайте эту гирию в кисти на весу в течение 1 мин. Отметьте, какая работа (динамическая или статическая) более утомительна.
2. Возьмите гирию массой 1 кг и подвесьте её к указательному пальцу. Установите секундомер на ритм 60 ударов в минуту. С одним ударом секундомера согните палец, с другим — разогните. Начало работы и наступление утомления отметьте по секундомеру. Прodelайте то же самое при ритме 120 ударов в минуту, затем — используя гирию 2 кг.

3. Данные занесите в таблицу.

Нагрузка, кг	Ритм, удары в минуту	Время работы, мин
1	60	
1	120	
2	60	
2	120	

4. Сделайте вывод о зависимости работоспособности мышц и ритма работы.

Опыт 2

Во время работы в мышце в зависимости от интенсивности изменений обмена веществ возрастает образование тепла. Часть энергии, освобождающейся при химических процессах без превращения в тепло, непосредственно переходит в кинетическую энергию сокращения мышцы. Остальная большая часть энергии химических

процессов превращается в тепловую, поэтому мышцы при сокращении выделяют тепло.

1. Измерьте температуру тела в изгибе локтя (рис. 2).



Рис. 2. Измерение температуры тела в изгибе локтя

2. Затем интенсивно поработайте мышцей и снова измерьте температуру.
3. Объясните свои наблюдения.

Методические рекомендации к выполнению задания 2

Определите проблему исследования. (Например: «Каким образом мышцы совершают работу?»; «От чего зависят работа мышц и утомление?»)

II. *Предложите гипотезу (объяснение).* (Например: «Чем больше ритм и нагрузка на мышцы, тем активнее они работают и утомляются».)

III. *Обоснуйте свою гипотезу, ответив на вопросы:*

1. Что называют работой мышц?
(Примерное содержание верного ответа: «Произведение массы перемещаемого груза на величину укорочения массы называется *работой мышц*».)

2. Дайте определения двум видам мышечной работы.
(Примерное содержание верного ответа: «Динамическая (ритмическая) работа мышц — вид мышечной работы, характеризующейся периодическими сокращением и расслаблением мышц с целью перемещения тела или его отдельных частей, а также выполнения определённых трудовых действий.

Статическая работа мышц — вид мышечной работы, особенностью которой является сокращение мышц для удержания тела или его отдельных частей, а также выполнения определённых действий».)

3. Опишите, как осуществляется работа мышц.

(Примерное содержание верного ответа: «Мышца действует на кость как на рычаг и производит механическую работу. При работе мышц расходуется энергия, выделяющаяся при распаде и окислении органических веществ. Кровь обеспечивает постоянное снабжение мышц питательными веществами и кислородом и уносит из них углекислый газ и другие продукты распада».)

4. Откуда берётся химическая энергия в мышцах?

(Примерное содержание верного ответа: «Любое мышечное сокращение связано с расходом энергии. Источниками этой энергии служат распад и окисление органических веществ (углеводов, жиров, нуклеиновых кислот).

Органические вещества в мышечных волокнах подвергаются химическим превращениям, в которых участвует кислород. В результате образуются продукты расщепления, главным образом — углекислый газ и вода, и освобождается энергия.

Схема возможной химической реакции: $C_xH_yO_z + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + Q$ (кДж)».)

5. Может ли мышца работать бесконечно? Почему?

(Примерное содержание верного ответа: «Временное снижение работоспособности, наступающее в результате работы, называется утомлением. Установлено, что утомление наступает прежде всего не в самой мышце, а в центральной нервной системе. В нервной системе и в мышцах временно изменяется обмен веществ.

При длительной работе накапливаются вещества, которые препятствуют проведению возбуждения и сокращению мышц. Необходимо отдых, чтобы восстановить работоспособность участков нервной системы и мышц. Работоспособность мышц находится в прямой пропорциональной зависимости от быстроты утомления».)

6. Почему в результате работы мышц тело человека нагревается и выделяется большое количество тепла?

(Примерное содержание верного ответа: «В результате работы мышц тело человека нагревается, и выделяется большое количество тепла. Известно, что температура венозной крови, оттекающей от работающей мышцы, выше, чем температура артериальной крови, притекающей к мышце. При работе в мышечных волокнах происходят реакции окисления, которые являются экзотермическими и сопровождаются выделением тепла Q (кДж).

Механическая энергия образуется из энергии, заключённой в химических связях, она высвобождается при разрыве химических связей в процессе распада и окисления белков и углеводов в мышечных волокнах. Плазма крови при этом нагревается. Протекающая по работающим мышцам кровь нагревается и несёт это тепло в другие части тела, обеспечивая таким образом их согревание и относительно равномерное распределение тепла в организме».)

IV. Экспериментально подтвердите свою гипотезу.

Опыты проводятся парами или малыми группами учащихся.

Опыт 1. Примерное содержание верного ответа: «При ускорении темпа работы и увеличении нагрузки время работы сокращается, и наступает утомление. Наиболее производительная работа мышц бывает при среднем ритме и средней нагрузке. Эта величина различна у разных людей, причём она более высокая у людей, занимающихся физическим трудом или спортом».

Опыт 2. Примерное содержание верного ответа: «Температура тела в изгибе локтя составляет в норме $36,6^{\circ}\text{C}$. В результате работы мышц руки человека (сгибание-разгибание) мышца нагревается, и выделяется большое количество тепла. При работе в мышечных волокнах происходят реакции окисления, которые являются химическими и сопровождаются выделением тепла. Протекающая по работающим мышцам кровь нагревается и несёт это

тепло в другие части тела, обеспечивая таким образом их согревание и относительно равномерное распределение тепла в организме. Повышение температуры тела может составлять несколько градусов в зависимости от длительности работы мышцы и её интенсивности»). □