**Учебная конференция «Глаз как оптическая система»**

**1. Технологические сведения**

Понятие «инновация» означает новшество, новизну, изменение; инновация как средство и процесс предполагает введение чего-либо нового. Применительно к педагогическому процессу в школьном образовании инновация означает введение нового в цели, содержание, методы и формы обучения, организацию совместной деятельности учеников и преподавателей. Нововведения, или инновации, характерны для любой профессиональной деятельности человека и поэтому становятся методом изучения, анализа и внедрения. Инновации сами по себе не возникают, они становятся результатом научных поисков, передового педагогического опыта отдельных преподавателей и целых коллективов.

При всём многообразии технологий обучения: компьютерных, дидактических, проблемных, модульных и других – реализация ведущих педагогических процессов остаётся за преподавателем. С внедрением в учебный процесс современных технологий, преподаватель всё более осваивает функции консультанта, советчика, воспитателя. На этой базе формируется готовность к восприятию, оценки и реализации педагогических инноваций в области физики.

**2. Актуальность инновационных методов**

В свете современного образования индивидуальные и фронтальные формы обучения физике являются традиционными, в какой-то мере устаревшими, а коллективные – принципиально новыми. В последнее время интерес школьников к изучению физики резко упал, чему в определённой мере способствовали устаревшие формы урока. Поиск инноваций в обучении привёл к появлению так называемых нестандартных уроков. Среди множества типов нестандартных уроков наиболее распространёнными являются: деловые игры, пресс – конференции, уроки типа КВН, уроки – суды, уроки – концерты, ролевые игры, уроки – конференции, уроки – семинары, интегрированные уроки, уроки – дискуссии, уроки – экскурсии и др.

**3.Учебная конференция как активная форма обучения физике**

Одной из наиболее интересных инновационных форм обучения физике является учебная конференция. Как правило, учебные конференции по физике проводятся в форме чередующихся докладов учащихся с широким использованием наглядного материала. Научная деятельность наиболее интересна для учащихся старших классов. Старший возраст – это пора поисков и открытий. Старшеклассники любят исследовать и экспериментировать, творить и создавать новое, оригинальное; они с большим интересом занимаются в различных научных обществах, школах «научных физиков, математиков» и других юношеских объединениях. Таким образом, на 2 ступени обучения целесообразно использовать такие формы, как блицтурнир, аукцион знаний, урок-зачёт, урок-семинар, урок творчества, урок-пресс- конференция, урок-путешествие и т.д. Все эти виды уроков относятся к нетрадиционным методам ведения урока. Они открывают ряд возможностей: максимально приближают обучение к реальным жизненным и производственным условиям, обеспечивают широкую самостоятельность учащихся, создают на уроке обстановку соревнования, способствуют развитию инициативы учащихся, развивают коммуникативные навыки, искореняют негативные явления, присущие традиционному обучению, такие как списывание, обман, боязнь плохих отметок.

Активные формы обучения способствуют формированию компетенций учащихся в разных сферах учебной деятельности. Одной из таких форм в практике учителя является учебная конференция. Она отличается от обычного урока тем, что новые знания класс приобретает из докладов, с которыми выступает группа предварительно подготовленных учащихся. Роль учителя на конференции заключается в организации выступлений учащихся, их обсуждении и оценивании.

***Дидактические функции конференции:***

- формирование у учащихся умения работать с дополнительной литературой и другими источниками информации, находить её, выделять главное и существенное;

- развитие умения строить сообщения на основе экспериментальных исследований и представление информации с использованием информационно – коммуникационных технологий;

- расширение знаний учащихся о применении изучаемых явлений в технике, быту и обогащение их политехнического кругозора.

Подготовку конференции начинают с проведения организационного собрания её участников, на котором утверждается тема конференции и происходит распределение обязанностей. Выбираются темы докладов и докладчики. Работа над докладами может быть организована различными способами, но наиболее целесообразно разбить учащихся на группы по 3 человека: один готовит текст доклада, второй готовит мультимедийную презентацию, третий выступает перед аудиторией.

Для конференции следует выбирать темы, не только способствующие углублению знаний по физике и дающие возможность повторить ряд вопросов, проходимых на уроках, но и несущие новую информацию для учащихся.

***Целями учебной конференции являются****:*

- повторение и углубление знаний по физике;

- развитие аналитического мышления;

- формирование навыков выступления;

- формирование познавательных интересов учащихся;

- воспитание уважения к собеседнику;

- воспитание навыков работы с источником информации.

**4. Конференция «Глаз как оптическая система»**

Рассмотрим, каким образом учебная конференция по физике и биологии способствует развитию познавательной активности учащихся, улучшению качества знаний и повышению интереса к предмету на примере конференции «Глаз как оптическая система». На мероприятие в качестве докладчиков приглашаются учителя физики и биологии.

Конференция «Глаз как оптическая система» имеет целью на основе самостоятельной подготовки учащихся организовать обсуждение темы, оценить уровень результатов работы групп и систематизировать знания по физике и биологии.

**Задачи**:

1) Продолжить развитие умения предоставлять коллективу учеников результаты своей самостоятельной работы в разных формах: презентация, кроссворд, текст, эксперимент.

2) Продолжить формирование умения работать в группе, распределять задания, выполнять их, обсуждать, представлять и оценивать.

3)Научиться работать с информацией, предоставлять информацию для сверстников, объективно оценивать работу товарищей.

**5. Методическая разработка конференции «Глаз как оптическая система»**

Форма конференции: сюжетно – ролевая игра «Телепередача «Тема».

***Средства*:** предоставление возможностей для побуждения личности раскрыть, реализовать созидательные задатки, методика сотрудничества.

***Условия***: проведение учебной конференции, предоставление возможности выбора (дополнительных элективных курсов, факультативов), внеурочная деятельность как база для развития «хобби».

***Планируемые результаты***

*Предметные*:

Дать понятие о природе зрения, научить выполнению построения изображений; изучить особенности оптической системы глаза; обеспечить усвоение учебного материала о строении глаза, возникновения изображения на сетчатке, цветном зрении, а также об основных дефектах зрения, их физической природе и о гигиене зрения.

*Метапредметные*:

Расширить границы представлений учащихся о применимости знаний биологии и физики в жизни; способствовать укреплению навыков работы с научной литературой, умения грамотно преподносить свои знания, вести беседы – диспуты, развивать готовность к творческой деятельности в различных областях, коммуникативность, сотрудничество, развитие у личности воображения, фантазии, творческого отношения к учебным задачам.

*Личностные*:

Воспитывать привычку заботиться о своём здоровье; использовать момент воспитания гордости за достижения медицины; воспитание уважения к собеседнику.

***Действующие лица***: ведущий, врач-окулист, физик-теоретик, биолог, врач- гигиенист, учёный-физиолог.

***Оформление:*** таблицы, картины, музыка, презентация.

***Оборудование***: разборная модель глаза, плакаты, микроскоп, фотоаппарат, линзы, штампы для определения слепого пятна, штампы для построения изображений для глаза: дальнозоркость, близорукость.

**Ход конференции**

***Ведущий***

На уроках физики мы выяснили, что фотоаппарат и проекционный аппарат являются приборами, устройство и действие которых основано на законах геометрической оптики. Они конструируются в соответствии с известными законами линз и применяются на пользу человека. Сегодня мы изучим человеческий глаз. Гнев и радость, боль и великую нежность материнской любви выражают наши глаза. Способность глаза отражать движение мысли, по мнению знаменитого физика Никола Теслы, является причиной многих поэтических представлений об отражении внутренних качеств человека.

*(просмотр репродукций на интерактивной доске: «Иван Грозный и сын его Иван» и «Алёнушка».)*

Сколько волнующих слов сказали поэты о глазах чёрных, серых, голубых. Сколько художников пыталось передать их очарование. Художники! Не связана ли их жизнь целиком с деятельностью глаза?

Всем известно, что глаз – важнейший из органов чувств человека и большинства позвоночных. Он даёт более 90% информации, идущей от всех рецепторов к мозгу. Не случайна пословица: «Лучше один раз увидеть, чем 100 раз услышать». Потеря зрения лишает человека практически всего и требует от него длительного и сложного приспособления к новым условиям существования. Как же устроен глаз и почему он обеспечивает видение окружающего мира?

Один из наших участников конференции прислал стихотворение, в котором ясно, точно и в поэтической форме выражено устройство глаза.

***Учащийся***

Глаз – волшебный теремок

Круглый, маленький домок.

Этот дом со всех сторон

Стенкой тонкой окружен.

Стенкой гладкою и белой,

Называемою склерой.

Впереди – кружочек тонкий:

Роговица, словно плёнка,

Вся прозрачна, как стекло,-

В мир чудесное окно.

Через круглое оконце

В глаз проходит свет от солнца.

Глаз бывает синий, серый.

Впереди, пред белой склерой

Яркий радужный кружок

Украшает глаз – домок.

В центре радужки – зрачок,

Чёрный маленький кружок.

Коль светло – зрачок поуже,

Чтобы видел глаз не хуже.

Лишь стемнеет – наш зрачок

Станет сразу же широк.

А за радужкой лежит

Маленький хрусталик,

Он такой имеет вид

Как стеклянный шарик.

Изнутри весь этот дом

Выстлан будто бы ковром -

Оболочкой гладкой –

Тоненькой сетчаткой,

А внутри лежит большое

Тело стекловидное,

Всё прозрачное такое

И почти невидное.

Нам же сегодня предстоит поговорить об оптической системе глаза, разобраться в природе зрения. Тема нашей конференции: «Глаз как оптическая система».

1. ***Достоинства и недостатки фотоаппарата и глаза***

*Физик – теоретик:*

Человеческий глаз представляет собой устройство, по принципу схожее с фотоаппаратом. Во многом глаз совершеннее, чем фотоаппарат, но не во всём. (Работа с кодоскопом).

Фотоаппарат даёт постоянное изображение предмета со всеми его деталями, между тем, как изображение в глазу существует 1/16 секунды до появления следующего чёткого изображения. На сетчатой оболочке часто отсутствуют детали, и одно изображение перекрывает другое. Именно поэтому два честных наблюдателя могут спорить относительно победителя в гонках. Фотоснимки не обладают такими недостатками. Поэтому, особенно в спорте, «фотофиниш» имеет преимущество перед непосредственным наблюдением.

Интересны явления, которые возникают в результате остаточного изображения в глазе. (Работа с электрическим табло по определению остаточного изображения). Посмотрите на табло, а теперь на чистую страницу тетради. Что наблюдается? Это явление и говорит об остаточном изображении. Оно вызывает размытие картины вращающегося колеса и создаёт видимость светящегося следа за движущимся в темноте источником света. Оно также создаёт оптическую иллюзию движения в кино. (Демонстрация отрывка из мультфильма). В действительности мы видим в кино от 16 до 24 неподвижных картин, появляющихся на экране через каждую секунду.

Перед вами рисунок, сделанный с фотографии лежащего человека. Подмётки башмаков, расположенные к аппарату ближе всего, вышли карикатурно большими. Оптически снимок правилен, но, действительно, взгляните на лежащего в такой позе человека, и в вашем сознании такого карикатурного образа не получится. (Беседа по снимку). Оптическое изображение будет исправлено деятельностью мозга.

Глаз представляет собой бесконечно более тонкий и сложный прибор, чем самый лучший фотоаппарат, хотя в принципе они одинаковые.

1. ***Эволюция глаза***

*Кандидат биологических наук:*

Если рассматривать всю совокупность зрительного органа и оценивать его как один из основных « анализаторов» (в свете учения И.П. Павлова), воспринимающих действия раздражителей внешнего мира на нашу нервную систему, то появляется чувство изумления перед совершенной слаженностью во всей системе. Эта слаженность появилась в результате эволюции организма во внешнем мире.

Рассмотрим, например, такого обитателя Земли как дождевой червь. Напрасно стали бы мы искать у него привычные детали: голову, нос, глаза. Ничего подобного у него нет. И всё же, дождевой червь достаточно резко реагирует на свет. По всему телу у него разбросаны нервные клетки, строение которых схоже со строением нервных клеток глаза более высокоорганизованных существ. (Беседа по рисункам – схемам).

У моллюска строение глаза напоминает камеру – обскуру. Он уже способен приблизительно установить не только направление света, но даже и очертание предметов. Глаз улитки ещё более совершенен, он снабжён линзой. Здесь раскинулась изящная сеть, которую сплёл паук – крестовик. Его учёное имя «художник в диадеме». Но где у него эта бриллиантовая диадема? Если его рассмотреть в лупу, то на его головогруди можно увидеть восемь « алмазов» - это его глаза. Из них – 4 главных и две пары подсобных, слева и справа.

А вот воздушная красавица стрекоза. Её глаза состоят из множества трубчатых ячеек – фасеток. Новая попытка природы создать более совершенный орган зрения. Насекомое может точно определить направление источника света, расстояние до него, скорость движения предмета.

Фасеточный глаз послужил прообразом для построения небольшого и недорогого прибора, служащего для быстрого определения скорости самолёта. (Схема кодоскопа).

Более сложными оптическими системами, обладающими линзой с меняющимся фокусным расстоянием и диафрагмой природа снабдила ночных и дневных животных. (Беседа по рисункам – схемам).

Обратите внимание на их линзы и сделайте выводы.

1. ***Устройство глаза***

*Учёный физиолог:*

И, конечно, самым сложным оптическим устройством является человеческий глаз. Как же он устроен? Глаз имеет шарообразную форму. Его диаметр 2,5 см. Снаружи он покрыт защитной оболочкой белого цвета – склерой. Передняя часть склеры называется роговицей. За роговицей на некотором расстоянии расположена радужная оболочка, окрашенная особым веществом в какой – либо цвет. Между роговицей и радужной оболочкой находится водянистая жидкость. В радужной оболочке находится отверстие – зрачок. Диаметр зрачка меняется в пределах от 2 до 8мм. За зрачком помещается хрусталик – прозрачное, слоистое тело, похожее на линзу. Особая мышца может в некоторых пределах менять форму хрусталика, делая его более выпуклым при рассмотрении близких предметов. Остальную часть глаза до задней стенки (глазного дна) занимает прозрачное полужидкое стекловидное тело. Глазное дно покрыто очень сложной сетчатой оболочкой – сетчаткой. Сетчатка представляет собой разветвление зрительного нерва с нервными окончаниями в виде палочек и колбочек, которые являются ощущающими свет элементами. (Рассмотреть глаз по модели).

1. ***Оптическая система глаза***

*Физик – теоретик:*

Наибольшее преломление лучи света, попадающие в глаз, испытывают на поверхности роговицы. Наибольшее дополнительное преломление осуществляет хрусталик. В целом, оптическую систему глаза можно рассматривать как собирающую линзу с переменным фокусным расстоянием и неизменной глубиной (расстояние от линзы до экрана). Экраном служит сетчатка. ( Работа с кодоскопом).

В одно мгновение нормальный глаз способен сфокусировать чётко на сетчатой оболочке такой большой удалённый предмет, как гора, а в следующую долю секунды он может дать одинаково чёткое изображение печатного текста или спидометра автомашины, находящегося всего на расстоянии десятка сантиметров от глаза. Если бы мы не обладали такой способностью, нам было бы трудно управлять быстроходными автомобилями и самолётами, не увеличивая количества несчастных случаев. Каким же образом глаз так быстро фокусирует?

*Учёный – физиолог:*

*А. Дальняя и ближняя точка*

Когда глазные мускулы совершенно не напряжены, как это бывает в случае, если смотреть на удалённый предмет, хрусталик имеет максимальное фокусное расстояние и тогда говорят, что глаз адаптирован на дальнюю точку. Когда предмет находится так близко к глазу, что хрусталик имеет наименьшее возможное расстояние, то говорят, что предмет расположен в ближней точке. Такое свойство глаза получило название аккомодации.

*Б. Восприятие черно – белого и цветного изображения*

Зрительная часть сетчатки содержит 9 миллионов колбочек и 100 миллионов палочек. Палочки воспринимают свет и тень. Колбочки чувствительны к цветам. Распределены они не равномерно. В центре сетчатки, где находится так называемое жёлтое пятно овальной формы (2 -2,9 мм) преобладают колбочки. Это наиболее чувствительное место цветного зрения. На расстоянии 4 мм от жёлтого пятна находится слепое пятно, в котором отсутствуют и колбочки и палочки. Оно соответствует месту выхода нервных и кровеносных сосудов из глаза. (Работа с карточками по наблюдению жёлтого и слепого пятна).

Рассматривая предмет, мы поворачиваем наши глаза, стремясь совместить изображение предмета на сетчатке с наиболее чувствительным местом на сетчатке – желтым пятном. Поворот глаза обеспечивается мышцами. Напряжения мышц левого и правого глаза различаются тем сильнее, чем ближе предмет. Изображение на сетчатых оболочках правого и левого глаза несколько отличаются друг от друга. Это даёт возможность оценивать расстояния до предмета и его частей, а также создаёт впечатление объёмности наблюдаемого тела. (Рассмотреть презентацию).

*Ведущий:*

Из всех выступлений видно, сколь сложно устроен глаз и какую сложную работу он выполняет. Неужели глаз функционирует без нарушений и в нём не бывает дефектов?

1. ***Дефекты зрения***

*Врач – окулист:*

У многих людей глаза создают в ненапряженном состоянии изображение удалённого предмета не на сетчатке глаза, а перед ней. Такие люди не могут чётко видеть удалённые предметы. Этот дефект зрения называется *близорукостью* и исправляется ношением очков с рассеивающими линзами. Параллельные лучи, после того, как пройдут через такую линзу, воспринимаются как исходящие из дальней точки аккомодации глаза.

Дефект зрения, при котором изображение удалённых предметов получается за сетчаткой, называется *дальнозоркостью*. (Беседа по таблицам). Дальнозоркость исправляют ношением очков с собирающей линзой.

Но здесь я хочу ещё сказать о дальнозоркости, которая не связана с формой глазного яблока, - это так называемая старческая дальнозоркость. Дело в том, что с возрастом хрусталик становится менее эластичным и поэтому менее способным для аккомодации для «ближнего зрения». Тогда для восполнения этой утраченной способности также необходимо носить очки, верхняя половина которых предназначена для «дальнего» зрения, а нижняя – для «ближнего».

Ещё дефект зрения – цветовая слепота, т.е. отсутствие различения отдельных цветов. Впервые такая частичная цветовая слепота была описана в конце восемнадцатого века физиком Д. Дальтоном, который сам страдал этим нарушением зрения. Это и послужило основанием для обозначения самой распространённой аномалии световосприятия термином «дальтонизм». Дальтонизм встречается у 8% мужчин и возникновение его обусловлено генетически: отсутствием определённых генов в определяющей пол непарной у мужчин х – хромосоме. Существует три разновидности частичной световой слепоты. Люди, страдающие одной из разновидностей частичной слепоты, соответственно называются «краснослепыми», «зелёнослепыми», и «фиолетовослепыми». Все перечисленные виды частичной световой слепоты являются результатом отсутствия одного из трёх световоспринимаемых веществ.

1. ***Гигиена зрения***

*Врач – гигиенист:*

«Только зрение даёт нам возможность выйти за пределы земных понятий, увидеть мириады других миров, солнц, звёзд в необъятных глубинах вселенной. Без зрения, без глаза мы не могли бы иметь даже самого отдалённого представления о мире вне предметов чувственного восприятия вещей и явлений, непосредственно механически соприкасающихся с телом человека». Никола Тесла. (Рассмотрение цветных фотографий, сделанных из космоса).

Наверное, поэтому достижения медицины в области зрения так великолепны. Это подшивание отслоившейся сетчатки глаза лазерным лучом за несколько секунд, это пересадка или вживление синтетического хрусталика, это линзы, которые одевают только на зрачок (контактные линзы).

Но как же человек сам относится к зрению? Ценит ли он это чудесное достояние, которое подарила нам природа?

Мы часто видим читающего в автобусе или электричке человека. Расстояние наилучшего видения 25 – 30 см. В транспорте это расстояние всё время меняется. Глаз быстро утомляется. Мышцы могут атрофироваться при частом нарушении правил чтения. Надо беречь глаза и от колющих предметов. При рассматривании предметов нам только кажется, что мы плавно поворачиваем глаза. Исследования показали, что движение глаз является необходимым условием видения. Если бы глаза остановились, то через несколько секунд прекратилось бы образование нервных импульсов и передача их от сетчатки в мозг. Вот почему поражение мышц приводит к слепоте даже при полной исправности глаза.

Берегите глаза! Смотрите телевизор на расстоянии 2 – 3 метров при слабом освещении комнаты в течение 3 часов в сутки. Не забывайте технику безопасности во время прохождения практики. Носите очки, если они вам прописаны врачом.

Хорошей профилактикой глазных заболеваний служит гимнастика для глаз. Попробуйте выполнить несколько таких упражнений.

***Ведущий***

А сейчас давайте проверим, как хорошо мы усвоили изложенный материал. Ответьте, пожалуйста, на вопросы:

* Какой линзой исправляют близорукость?
* Какой линзой исправляют дальнозоркость?
* Каков диаметр глаза?
* Как называется способность видеть далекие и близкие предметы?
* Как называется место в глазу, где наблюдается наилучшая видимость?
* Как называется место в глазу, где не бывает изображения?
* Каково расстояние наилучшего зрения?
* Каков диаметр зрачка?

И в качестве проверки более глубокого усвоения материала конференции, предлагаем следующий тест.

**Вариант № 1**

1. ***Объёмное изображение воспринимается при рассматривании круглого предмета:***

А) одним глазом

Б) только двумя глазами

В) в обоих случаях.

***2. Движения глаз наиболее активны:***

А) при знакомстве с новым предметом

Б) при узнавании знакомого предмета

В) в темноте.

***3. Острота зрения – это:***

А) способность видеть плохо освещённые предметы

Б) способность видеть далеко расположенные объекты

В) способность определять относительное расположение предметов.

***4. При близорукости лучи света фокусируются:***

А) за сетчаткой

Б) перед сетчаткой

В) на сетчатке.

***5. Дальнозоркость корректируется:***

А) двояковыпуклыми очками

Б) двояковогнутыми очками

В) хорошим освещением предмета.

**Вариант № 2**

1. ***Изменение кривизны хрусталика происходит при сокращении:***

А) ресничной мышцы

Б) глазодвигательных мышц

В) мимических мышц.

***2. Хрусталик формирует на сетчатке:***

А) нормальное изображение предмета

Б) перевёрнутое, уменьшенное изображение

В) перевёрнутое увеличенное изображение.

***3. Аккомодация – это:***

А) возбуждение зрительных рецепторов

Б) вращение глаза при боковом расположении предмета

В) способность хрусталика изменять свою кривизну при изменении расстояния до центра предмета.

***4. Каких рецепторов в сетчатке больше?***

А) воспринимающих сумеречный свет

Б) воспринимающих яркий цвет и свет

В) и тех и других рецепторов равное количество.

***5. Слепое пятно – это:***

А) место выхода зрительного нерва

Б) место на сетчатке, в котором находятся только колбочки

В) место, в котором находятся только палочки.

В период выполнения учащимися тестовых вопросов включаются песни, в которых главной темой являются глаза: романс «Очи чёрные», «Эти глаза напротив» и т.д.

***Ведущий***

Подведем итог нашей конференции

На диаграмме вы видите динамику заболеваемости органов зрения (миопия) среди детей и подростков нашей школы за 2015-2016 г. Столь печальная статистика объясняется тем, что в школьные годы орган зрения ребенка испытывает значительные перегрузки в условиях длительного чтения, работы за компьютером, просмотра телевизора. При этом вы не всегда соблюдаете санитарные нормы внешнего освещения, правильного питания и правильной посадки.

  Вы согласитесь, что сегодняшняя конференция позволила нам понять, что глаз – орган нашего зрения – это серьезный оптический механизм и как любой механизм он может при неправильной эксплуатации давать сбои, но если какие-то части в механизме поменять можно, то с органом зрения это будет сделать очень сложно, а иногда и невозможно. Можно надеяться, что теперь вы будете беречь свой орган зрения, пользоваться памятками – выполнять несложные упражнения и правила гигиены, ведь они насколько просты, настолько же и важны*.*

Далее оглашаются результаты тестов.

**6.Сведения о перспективах использования в массовой практике**

В связи с тем, что в разделе "Световые явления" в 8 классе отсутствует тема, связанная со строением глаза, дефектами зрения, коррекцией дефектов зрения, а эти вопросы включены в часть заданий ГИА и эти вопросы также являются жизненной необходимостью для человека, поэтому необходимо проводить урок, связанный с вопросами оптической системы глаза.

**Список литературы**

1. Пёрышкин, А.В. Физика. 8 кл.: учебник / А.В. Пёрышкин. – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2016. – 238, [2]с.: ил.
2. Марон, А.Е. Сборник качественных задач по физике: для 7-9 кл. общеобразоват. учреждений / А.Е. Марон, Е.А. Марон. – М.: Просвещение, 2006. – 239с.
3. Я познаю мир: Детская энциклопедия: Физика/сост: А.А. Леонович; Под общей ред. О.Г. Хинн.- М,:ТКО «АСТ», 1996.-480 с.
4. Сонин, Н.И. Биология. Человек. 8 класс: учебник для общеобразоват. учреждений / Н.И. Сонин. – М.: Дрофа, 2013. – 287с.
5. Буров, В.А. Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7-11 классах общеобразовательных учреждений: кн. для учителя / В.А. Буров, Ю.И. Дик, Б.С. Зворыкин и др. – М.: Просвещение, 1996. – 368с.
6. Интернет-ресурсы