



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

**Н.А. Плугина  
В.А. Дозоров  
Л.П. Панова**

## **СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ**

*Утверждено редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*



Магнитогорск  
2020

УДК 372.8  
ББК 22.3

**Рецензенты:**

учитель физики,  
заместитель директора по УВР,  
МОУ «Средняя общеобразовательная школа № 47»  
**Е.В. Федотова**

доктор педагогических наук,  
профессор кафедры педагогического образования и документоведения,  
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г.И. Носова»  
**Т.Ф. Орехова**

**Плугина Н.А., Дозоров В.А., Панова Л.П.**

**Современные средства контроля и оценивания результатов обучения физике** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Наталья Александровна Плугина, Виктор Анатольевич Дозоров, Людмила Петровна Панова ; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (1,37 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9967-1843-6

Значительное внимание в пособии уделено вопросам объективного оценивания результатов обучения физике, различным видам, методам и средствам оценивания, критериям оценки. Приводится подборка тестовых задач по физике, рекомендации и алгоритмы для решения таких задач на практических занятиях и при самостоятельной подготовке студентов к преподаванию физики в школе. Рассматриваются общие теоретические положения курса элементарной физики, методики решения задач из разных разделов физики и методы их оценивания.

Учебное пособие может быть рекомендовано студентам направления 03.04.02 Физика, изучающим дисциплину «Современные методы преподавания физико-математических наук», для направления 03.03.02. Физика, изучающим дисциплину «Методика преподавания физики», «Практикум решения физических задач», а так же для учителей школ.

УДК 372.8  
ББК 22.3

ISBN 978-5-9967-1843-6    © Плугина Н.А., Дозоров В.А., Панова Л.П., 2020  
© ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова», 2020

## Содержание

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                                                                            | 4  |
| 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ .....                                                     | 6  |
| 1.1. Методологические основы физического образования .....                                                | 6  |
| 1.2. Требования ФГОС к уровню подготовки по физике выпускников<br>основной и средней (полной) школы ..... | 13 |
| 2. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ успеваемости .....                                                            | 27 |
| 2.1. Виды, методы и средства проверки знаний и умений .....                                               | 30 |
| 2.2. Требования к уровню овладения знаниями и умениями .....                                              | 34 |
| 2.3. Оценка успеваемости .....                                                                            | 35 |
| 3. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕРКИ И ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ<br>7-8 КЛАССОВ .....                               | 57 |
| 4. ПРОВЕРКА И ОЦЕНКА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ 9-11 КЛАССОВ<br>.....                                          | 66 |
| 4.1. Раздел физики «Механика» .....                                                                       | 66 |
| 4.2. Раздел физики «Молекулярная физика и термодинамика» .....                                            | 68 |
| 4.3. Раздел физики «Электродинамика» .....                                                                | 72 |
| 4.4. Раздел физики «Квантовая физика» .....                                                               | 79 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....                                                                            | 82 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Темы семинаров .....                                                                         | 86 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Справочные материалы .....                                                                   | 95 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Примерный перечень вопросов к зачету (экзамену) .....                                        | 97 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Вопросы к тематическим разделам .....                                                        | 99 |

## ВВЕДЕНИЕ

Система физического образования формировалась в процессе многолетней практики преподавания физики в общеобразовательных учреждениях России. Усилиями поколений учителей и ученых были определены оптимальное содержание, структура школьного курса физики и система учебного физического эксперимента. Физика рассматривалась как важнейшая составляющая научно-технического прогресса, а ее преподавание в школе было в центре внимания общественности и органов народного образования.

К середине XX века школьное физическое образование не уступало лучшим мировым стандартам. Такое положение поддерживалось почти до конца столетия, способствуя достижению высокого уровня образованности населения нашей страны и формированию ее интеллектуальной элиты.

Следует отметить, что и в настоящее время сохранился высокий уровень физического образования в школах и классах с углубленным изучением физики. Об этом свидетельствуют данные международных исследований качества математического и естественнонаучного образования (TIMSS), согласно которым российские школьники занимают третье место по углубленному изучению физики среди 45 ведущих стран мира. Об этом же говорят победы российских школьников на ежегодных международных физических олимпиадах.

Однако в 90-е годы проявилась нарастающая тенденция к отставанию уровня знаний и умений по физике учащихся российских общеобразовательных школ от их сверстников из других развитых стран: по этому показателю Россия с 1991 г. по 1995 г. опустилась с 3-го на 12-е место. Особенно низки сравнительные результаты освоения нашими учащимися элементов научных методов познания и умений применять свои знания в незнакомых ситуациях. Снижение качества обучения физике отмечают и проверки по линии Министерства образования РФ.

Многие причины снижения качества обучения физике связаны с социально-экономическими факторами, повлиявшими на всю систему образования в России. Среди причин, относящихся непосредственно к преподаванию физики, наиболее существенными являются следующие:

- сокращение времени на изучение физики вследствие введения в учебные планы школ большого числа новых предметов под лозунгами необходимости нравственно-эстетического, военно-патриотического, экологического, краеведческого, полового и т.д. воспитания школьников; все это, безусловно, важно, но достижение таких целей, как правило, не требует обязательного введения специальных предметов; соответствующие проблемы можно и нужно решать в рамках жестко ограниченного числа фундаментальных предметов, в том числе предметов естественнонаучного цикла;
- снижение квалификации учителей физики из-за утечки большого числа специалистов в коммерческие и другие структуры в связи с низкой оплатой труда учителя и падения престижа его деятельности;

- разрушение системы обеспечения школ учебным физическим оборудованием; многие учителя лишились возможности проводить значительную часть даже тех лабораторных работ и демонстрационных опытов, которые предусмотрены программой по физике; отсутствие же в учебном процессе физических опытов делает невозможным формирование умений методологического характера и умений применять теоретические знания для объяснения природных явлений.

Необходимо разработать и реализовать государственную программу обеспечения школьных физических кабинетов учебным оборудованием. Только при этом условии физическое образование станет вновь экспериментально обоснованным, наглядным и интересным, позволит снова выйти на уровень мировых стандартов.

Место курса физики в школьном образовании определяется значением этой науки в жизни современного общества, в решающем ее влиянии на темпы развития научно-технического прогресса. Обучение физике в школе служит общим целям образования и воспитания личности: вооружить учащихся знаниями, необходимыми для развития творческой личности, подготовить школьников к практической деятельности и продолжению политехнического образования, сформировать научное мировоззрение и материалистическое мышление учеников, не вторгаясь при этом в духовный мир и вопросы религиозного воспитания.

При этом система требований к уровню знаний, умений и навыков и технологии контроля этих достижений учащимися должны быть согласованы с обязательным минимумом содержания общего образования по физике, очерчивать минимум знаний и умений, необходимых для формирования представлений о физике как части общечеловеческой культуры, о значимости физики в развитии человеческой цивилизации и современного общества.

Изучение физики как общеобразовательного предмета в школе одновременно является и средством развития умственных способностей учащихся, способствует не только передаче школьникам определенной суммы научных знаний, необходимых каждому человеку в современном мире, но и формированию умений применять теоретические знания на практике а знакомой и незнакомой ситуации.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

## 1.1. Методологические основы физического образования

Современная система проверки и оценивания успеваемости учащихся составляет важную часть учебного процесса, способствует повышению качества обучения и воспитания. Она помогает школьникам сознательно овладевать изучаемым предметом и развивать свои способности, ориентироваться в большом объеме учебной информации, выделять главное и сосредотачивать на нем внимание, правильно оценивать свои собственные успехи в овладении учебным материалом, воспитывать в себе волю и настойчивость в преодолении трудностей, ответственность, трудолюбие.

Проверка успеваемости учащихся позволяет не только определять успехи и недостатки в знаниях и умениях, но на этой основе управлять учебным процессом. Располагая результатами проверки, учитель совершенствует методы работы с учащимися, увеличивая или уменьшая долю самостоятельной работы каждого ученика по конкретной теме дисциплины, оптимально регулирует нагрузку школьников, оценивая результаты обучения, учитель может оперативно корректировать используемые методические приемы и технологии обучения.

С другой стороны, грамотный контроль и оценка знаний и умений учащихся позволяет учителям, директорам школ и руководителям отделов образования использовать этот ресурс как критерий качества работы учебного заведения, учителя, педагогического коллектива, показатель действенности используемых средств и методов обучения. Все эти функции реализуются при выполнении определенных условий и использовании современных средств, изучению которых и посвящено учебное пособие.

### Цель и задачи физического образования

Система школьного физического образования должна иметь общекультурную направленность: она призвана давать своим выпускникам не только глубокие знания основ современной физики, но и формировать у них способы научного познания, мышления и практической деятельности. Необходимо учить детей критически осмысливать, оценивать и усваивать информацию, применять ее для решения новых проблем.

Традиции российской общеобразовательной школы и современные тенденции развития мировых образовательных стандартов по физике выдвигают в качестве приоритетных следующие **цели физического образования**:

- усвоение учащимися основ фундаментальных физических теорий, ознакомление с методами научного познания, формирование физической картины мира и умений применять научные знания для анализа наблюдаемых свойств, процессов и явлений;
- формирование научного мышления и мировоззрения учащихся, понимания возможности научного познания природы;

- развитие у школьников таких личностных качеств, как наблюдательность, любознательность, образное и аналитическое мышление и др.;
- развитие творческих способностей учащихся, умений воспринимать и преобразовывать информацию, делать на этой основе выводы;
- формирование и поддержание познавательного интереса к физике, раскрытие роли физики в современной цивилизации;
- помощь выпускникам школы в определении направления их дальнейшей деятельности, обосновании адекватного поведения в окружающей среде.

Возможности физического образования в достижении этих целей весьма велики, что определяется значением физики в познании окружающего мира, в социально-экономической и культурной жизни общества.

Физика как развивающаяся система знаний о законах природы оказывала во все исторические эпохи существенное воздействие на формирование мировоззрения, становление многих философских учений.

Именно в физических исследованиях формировались наиболее общие методы научного познания окружающей действительности, которые успешно применяются в других науках и прикладных сферах человеческой деятельности. История физики содержит множество ярких примеров эффективности методов научного познания, путей формирования научных теорий, взаимосвязей теорий, относительности истинности научного знания и диалектики его развития.

Широкое использование физического эксперимента формирует у учащихся умение работать с разнообразными техническими устройствами (в том числе и бытовыми) и измерительными приборами, что позволит им легче адаптироваться к условиям современного производства.

Фундаментальные законы физики и ее понятийный аппарат не только являются основой современных естественнонаучных теорий, но и широко используются в гуманитарных науках. Современная физика является важнейшим компонентом гуманитарного образования, поскольку ни одна другая естественная наука не дает такого ясного понимания особенностей процесса познания человеком окружающего мира.

Достичь всех сформулированных выше целей в рамках отводимого ныне на физику учебного времени весьма трудно.

В связи с тем, что обязательной для всех учащихся является основная школа, курс физики в ней должен иметь завершенный характер, включать все основные разделы физики от механики до физики атома и атомного ядра. Ученики должны получить представление о современной физике. Поэтому номенклатура рассматриваемых физических понятий в основной школе неизбежно увеличивается.

Дополнительные трудности связаны и с тем фактом, что значительная часть важнейших физических понятий (вещество и физическое поле, время и пространство, масса и сила, импульс и энергия и др.) может быть усвоена учащимися только в процессе достаточной практики применения в разных ситуациях.

Основную роль в решении комплекса проблем приведения объема учебной деятельности учащихся в соответствие с допустимыми для их здоровья нормами и усиления общекультурной направленности курса физики, его гуманитарной компоненты, без снижения научного уровня предмета призван сыграть разработанный Государственный образовательный стандарт по физике [10]. В нем очерчен минимальный объем знаний и специальных учебных умений, необходимый и достаточный для достижения приоритетных целей физического образования. Это позволяет избавить курс физики от большого числа физических понятий, законов и формул, не играющих первостепенной роли в культурном наследии человечества. Хотя последний тезис – весьма спорный.

### **Содержание и структура физического образования**

Принцип непрерывности образования предполагает преемственность изучения физики как учебного предмета на любой ступени образования в средней школе любого типа и профиля, с 1 по 11 класс, либо в качестве интегрированных предметов, либо в виде отдельных курсов.

Пропедевтические курсы типа «Окружающего мира» (*начальная школа*) и «Естествознания» (*основная школа, 5-6 классы*) предполагают ознакомление детей с наблюдаемыми природными явлениями. При этом планируется приобретение значительного объема знаний о физических понятиях и законах, формирование умения применять полученные знания при выполнении теоретических и экспериментальных заданий, в том числе в новых для учащихся ситуациях, а также создаются благоприятные возможности для реализации межпредметных связей между естественнонаучными предметами.

Однако достижение приоритетных целей школьного физического образования, связанных с формированием научного мышления и мировоззрения, с развитием познавательного интереса учащихся к физике, обеспечением осознанного выбора учениками профиля дальнейшего обучения, возможно только в рамках отдельного систематического школьного курса физики.

Структура систематического школьного курса физики выкристаллизовалась в процессе длительной практики преподавания этого предмета. Обобщая этот опыт, можно предложить для изучения в основной 9–летней школе следующие разделы: механику, молекулярную физику с элементами термодинамики, электродинамику, включая оптику, квантовую физику, физические методы изучения природы, элементы астрономии и астрофизики.

Материал данных разделов должен обеспечить на доступном для учащихся уровне:

- овладение системой основных понятий и законов физики, формирование представлений о границах применимости физических моделей и теорий, о широких возможностях использования физических законов в технике и технологии;

- обучение методам наблюдения и экспериментального исследования физических явлений, формирование умений измерять физические величины, обрабатывать результаты эксперимента и формулировать выводы;

- формирование умений применять научные знания для объяснения наблюдаемых физических явлений и решения разнообразных задач;
- развитие познавательного интереса к физике и технике, творческих способностей учащихся;
- подготовку их к продолжению образования и осознанному выбору его профиля;
- ознакомление с теми экологическими проблемами, решение которых связано с физикой и ее прикладными областями;
- ознакомление с астрономическими явлениями, особенно с теми, которые можно наблюдать невооруженным глазом.

Система внутренней, уровневой дифференциации предполагает такую организацию обучения, при которой ученики имеют право и возможность двигаться по различным образовательным траекториям, использовать различные учебники и дидактические материалы, усваивать учебный материал на разных уровнях, но не ниже уровня требований к знаниям и умениям, определенных образовательным стандартом.

Старшая ступень 11-летней школы позволит осуществить полноценную профильную дифференциацию обучения, поскольку завершенный четырехлетний курс физики основной школы даст возможность строить существенно разные профили обучения физике в старших классах.

В *старших классах* курс физики должен знакомить учащихся с фундаментальными физическими теориями: классической механикой, молекулярно-кинетической теорией, термодинамикой, электродинамикой (включая геометрическую, волновую и квантовую оптику), специальной теорией относительности и квантовой физикой.

Время, отводимое на изучение этих разделов, зависит от выбора учеником профиля класса (при профильной дифференциации обучения) или глубины изучения физики в непрофильных классах.

При методически правильном изложении учебного материала по физике как в основной, так и в средней (полной) школе физика предстает перед учащимися как постоянно развивающаяся система знаний. Школьники знакомятся с большим числом исторических фактов, показывающих, что история физики – это многовековая история интеллектуальных поражений и побед на пути познания окружающего мира и места человека в нем, история зарождения, развития и упадка научных идей и представлений, история борьбы мировоззрений. Тогда усваиваемые школьниками сведения из современной физики будут восприниматься ими как состояние знаний о природе на данном историческом этапе их развития, что поможет избежать догматизма знаний учащихся.

Приоритетной целью изучения физики в классах с гуманитарным профилем обучения (*уровень А*) является формирование научного мировоззрения и мышления учащихся. Это предполагает ознакомление их с зарождением и развитием фундаментальных идей, понятий и законов современной физики, местом физики в общечеловеческой культуре, вопросами познаваемости природы, взаимосвязями науки и практики.

В 10-11 классах гуманитарного профиля возможно изучение определяемого образовательным стандартом минимума содержания физики в рамках интегрированного курса «Естествознание», позволяющего сформировать целостную естественнонаучную картину мира.

В классах общеобразовательного профиля обучения (*уровень В*) к целям, обозначенным для гуманитарного профиля А, добавляются освоение учащимися системы важнейших физических понятий и законов, в том числе необходимых для понимания смежных с физикой вопросов астрономии, биологии, химии, географии, техники; подготовка выпускников к приемным экзаменам в вузы. На изучение физики в классах такого профиля должно отводиться не менее 3-4-х часов в неделю.

Обучение школьников по физико-математическому профилю (*уровень С*) обеспечивает еще более глубокое ознакомление учащихся с фундаментальными физическими теориями с опорой на более адекватный этим теориям математический аппарат, усиление внимания к статистическим, релятивистским и квантовым идеям и общим физическим принципам.

Предполагается развитие умений как экспериментального, так и теоретического характера. Особое внимание должно уделяться самостоятельным экспериментальным исследованиям. Все это приводит к необходимости отводить на изучение физики по этому профилю по 6 часов в неделю.

Дифференциация сложности школьного курса физики в связи с разделением его на гуманитарный, непрофильный (базовый) или профильный уровни обучения, очевидно, предполагает и дифференцированный подход при организации контроля, средств и системы оценивания знаний учащихся по физике.

### **Методы физического образования в 11-летней школе.**

Методика преподавания школьного курса физики в России развивается по пути вооружения учащихся методами научного познания в единстве с усвоением знаний. Только при этом условии можно достичь активации познавательной деятельности.

Следовательно, объектами изучения в курсе физики на доступном для учащихся основной и полной средней школы уровне должны быть эксперимент как метод познания, метод построения моделей (гипотез) и метод их теоретического анализа. Выпускники школы должны понимать, что такое исходные факты, в чем суть моделей природных объектов и процессов, гипотез, как делаются теоретические выводы и обобщения; как экспериментально проверяются модели, гипотезы и теоретические выводы и обобщения.

Они должны понимать, что в основе научного познания лежит моделирование реальных процессов, что принятая модель не тождественна изучаемому свойству, процессу или явлению, объекту, но вместе с тем отражает его характерные важнейшие общие и индивидуальные особенности. Без всего этого у выпускника школы не может сформироваться научное мышление, оно не сможет отличать научные методы познания от ненаучных или околонуучных методов, осознать проблемы, связанные с познаваемостью окружающего мира.

Важнейшим фактором обучения и интеллектуального развития ученика является его опыт познавательной деятельности в сфере изучаемого материала.

Поэтому учебный процесс должен быть организован так, чтобы изучаемые основы физики и методы науки были одновременно и объектом, и средством процесса учебного познания.

Учебный физический эксперимент должен не только и не столько выполнять функцию средства наглядности, но, прежде всего, служить одним из методов познания. Везде, где это возможно, он должен приобрести характер самостоятельных исследований учащихся или демонстрационного исследования.

Для формирования у выпускников школы умения решать нестандартные задачи, которые будет ставить перед ними быстро меняющаяся действительность, необходимо широко использовать в учебном процессе задания, требующие применения получаемых знаний и умений в субъективно новых для учеников ситуациях, и задания творческого характера.

Акцент на самостоятельную познавательную деятельность учащихся требует значительного учебного времени.

Предполагается, что не менее 30% аудиторного учебного времени должно быть отведено на выполнение лабораторных работ и решение задач различного характера.

Разнообразие целей обучения и изучаемого материала предполагает использование сочетаний репродуктивных и продуктивных методов обучения. Но там, где это оправдано, должны шире применяться активные методы обучения физике – частично-поисковый, проблемный и т.д.

### **Концепция профильного обучения на старшей ступени общего образования**

Профильное обучение – средство дифференциации и индивидуализации обучения, позволяющего за счет изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитывать интересы, склонности и способности учащихся, создавать условия для обучения старшеклассников в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования. Профильная школа есть институциональная форма реализации этой цели. Это основная форма, однако, перспективными в отдельных случаях могут стать иные формы организации профильного обучения, в том числе – выводящие реализацию соответствующих образовательных стандартов и программ за стены отдельного общеобразовательного учреждения.

Профильное обучение направлено на реализацию личностно-ориентированного учебного процесса. При этом существенно расширяются возможности выстраивания учеником индивидуальной образовательной траектории.

Переход к профильному обучению преследует следующие основные цели:

- обеспечить углубленное изучение отдельных предметов программы полного общего образования;
- создать условия для существенной дифференциации содержания обучения старшеклассников с широкими и гибкими возможностями построения школьниками индивидуальных образовательных программ;

- способствовать установлению равного доступа к полноценному образованию разным категориям обучающихся в соответствии с их способностями, индивидуальными склонностями и потребностями;

- расширить возможности социализации учащихся, обеспечить преемственность между общим и профессиональным образованием, более эффективно подготовить выпускников школы к освоению программ высшего профессионального образования.

Здесь очень важна связь профильного обучения на старшей ступени с общей установкой на введение государственного стандарта общего образования, где в качестве оценивающего механизма уровня подготовки выпускников общеобразовательной школы предусматривается институт единого государственного экзамена, становление общенациональной системы контроля качества образования. Очевидно, что объективность и реализуемость подобной системы может быть обеспечена только введением соответствующих образовательных стандартов на любые компоненты системы обучения и воспитания, в том числе и на методику оценивания учебных достижений, на всех образовательных уровнях, и базовом, и профильном.

Широкий спектр программ, концепция профильного обучения, идея обновления старшей ступени общего образования, - все это требует и новых подходов к системе оценки знаний, расширения спектра проверочных мероприятий, позволяющих сделать этот процесс индивидуализированным, функциональным и эффективным. Достижение выпускниками уровня требований государственного образовательного стандарта по базовым общеобразовательным и профильным предметам определяется по результатам единого государственного экзамена, который в системе оценивания знаний учащихся является одной из важнейших форм такой оценки.

### **Итоговая аттестация выпускников основной школы и организация поступления в старшую профильную школу**

В существующей практике число желающих продолжить образование в старших классах определенного образовательного учреждения (лицея, гимназии) больше, чем реальные возможности приема в эти классы. Возникает ситуация конкурсного приема, которая может стать особенно актуальной в условиях перехода на профильное обучение. Поэтому необходимо решить вопрос об открытой, гласной процедуре проведения подобного конкурсного набора, в основе которого лежит все та же процедура оценивания подготовленности учащегося к продолжению образования в старшей школе.

Следует отметить, что конкурсный набор в старшие классы отдельных общеобразовательных учреждений не входит в противоречие с законодательно закрепленным правом получения каждым ребенком общего (полного) среднего образования. Закон РФ «Об образовании» гарантирует гражданам право получения образования этого уровня, что, однако, не есть синоним права получения его в конкретном общеобразовательном учреждении. В связи с этим представляется целесообразным, наряду с итоговой аттестацией выпускников основной школы, предусмотреть определенную форму, позволяющую объективно оцени-

вать уровень готовности учащихся к продолжению образования по тому или иному профилю, а также создать основу для внедрения в массовую практику механизмов рационального и прозрачного конкурсного набора в старшую профильную школу.

Важную роль играет введение накопительной оценки (так называемый «портфолио» – портфель достижений), которая учитывает достижения учащихся по исполнению тех или иных проектов, написанию рефератов, творческих работ, реальные результаты на конкурсах по выбору, работа в НОУ и др.

## **1.2. Требования ФГОС к уровню подготовки по физике выпускников основной и средней (полной) школы**

Нормативная база преподавания физики определяется несколькими документами, один из них - Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) – это нормы и требования, определяющие обязательный минимум содержания основных образовательных программ общего образования, максимальный объем учебной нагрузки обучающихся, уровень подготовки выпускников, а также основные требования к обеспечению образовательного процесса (в том числе к его материально-техническому, учебно-лабораторному, информационно-методическому, кадровому обеспечению).

### **Обязательный минимум содержания основного общего образования по физике**

#### **Физические методы изучения природы**

Предмет физики. Экспериментальный и теоретический методы изучения природы. Измерение физических величин. Погрешность измерения. Построение графика по результатам эксперимента. Использование результатов эксперимента для построения физических теорий и предсказания значений величин, характеризующих изучаемое явление.

#### **Механика**

Механическое движение. Относительность движения. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Скорость. Ускорение.

Свободное падение. Движение по окружности. Механические колебания. Амплитуда, период, частота колебаний. Механические волны. Длина волны. Звук.

Взаимодействие тел. Инерция. Масса. Импульс. Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета. Сила. Второй закон Ньютона. Силы в природе: сила тяготения, сила трения, сила упругости. Закон всемирного тяготения. Искусственные спутники Земли. Третий закон Ньютона. Закон сохранения импульса. Ракеты.

Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Простые механизмы. КПД механизмов.

Давление. Атмосферное давление. Закон Паскаля.

Измерение расстояний, промежутков времени, силы, объема, массы, атмосферного давления.

### **Молекулярная физика. Термодинамика**

Дискретное строение вещества. Непрерывное и хаотичное движение частиц вещества. Диффузия. Модели газа, жидкости и твердого тела. Плотность. Взаимодействие частиц вещества.

Внутренняя энергия. Температура. Теплопередача. Необратимость процесса теплопередачи. Связь температуры вещества с хаотическим движением его частиц. Количество теплоты. Удельная теплоемкость. Закон сохранения энергии в тепловых процессах.

Испарение и конденсация. Влажность воздуха. Кипение жидкости. Плавление и кристаллизация. Преобразование энергии при изменениях агрегатного состояния вещества.

Измерение давления газа, влажности воздуха, температуры, плотности вещества.

Тепловые двигатели. Преобразование энергии в тепловых двигателях.

### **Электродинамика**

Электризация тел. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Действие электрического поля на электрические заряды.

Постоянный электрический ток. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях, газах. Сила тока. Напряжение. Сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи. Закон Джоуля-Ленца.

Взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Взаимодействие проводников с током. Действие магнитного поля на электрические заряды. Электродвигатель.

Электромагнитная индукция. Электрогенераторы. Взаимосвязь электрического и магнитного полей. Электромагнитные волны. Скорость распространения электромагнитных волн. Свет – электромагнитная волна. Прямолинейное распространение, отражение и преломление света. Луч. Закон отражения света. Плоское зеркало. Линза. Оптические приборы. Измерение силы тока, напряжения, сопротивления проводника, фокусного расстояния собирающей линзы.

### **Атомная и ядерная физика**

Радиоактивность. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Методы наблюдения и регистрации частиц в ядерной физике.

Опыты по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома.

Атомное ядро. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд ядра. Массовое число ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Сохранение заряда и массового числа при ядерных реакциях. Энергия связи частиц в ядре.

Выделение энергии при делении и синтезе ядер. Использование ядерной энергии. Дозиметрия.

## **Требования к уровню подготовки выпускников основной школы по физике**

Компетенции учителя физики в законе «Об образовании» в статье 28 прописаны компетенции педагога, в частности контроль успеваемости учеников и проведение промежуточных аттестаций.

В конечном итоге, требования к результатам освоения обучающимися основной образовательной программы основного общего образования, согласно стандартам, актуальным на момент августа 2019 года должны охватывать как предметные, так и личностные, и метапредметные результаты.

В рамках предметных требований можно сказать, что выпускники основной школы должны:

*Владеть методами научного познания:*

1. Собирать установки для эксперимента по описанию, рисунку или схеме и проводить наблюдения изучаемых явлений.

2. Измерять: температуру, массу, объем, силу (упругости, тяжести, трения скольжения), расстояние, промежуток времени, силу тока, напряжение, плотность, период колебания маятника, фокусное расстояние собирающей линзы.

3. Представлять результаты измерений в виде таблиц, графиков и выявлять эмпирические закономерности:

- изменения координаты тела от времени;
- силы упругости от удлинения пружины;
- силы тяжести от массы тела;
- силы тока в резисторе от напряжения;
- температуры тела от времени при теплообмене.

4. Объяснять результаты наблюдений и экспериментов:

- смену дня и ночи в системе отсчета, связанной с Землей, в системе отсчета, связанной с Солнцем;
- большую сжимаемость газов;
- малую сжимаемость жидкостей и твердых тел;
- процессы испарения и плавления вещества;
- испарение жидкостей при любой температуре и ее охлаждение при испарении.

5. Применять экспериментальные результаты для предсказания значения величин, характеризующих ход физических явлений:

- положение тела при его движении под действием силы;
- удлинение пружины под действием подвешенного груза;
- силу тока при заданном напряжении;
- значение температуры остывающей воды в заданный момент времени.

*Владеть основными понятиями и законами физики:*

1. Давать определения физических величин и формулировать физические законы.

2. Описывать:

- физические явления и процессы;

- изменения и преобразования энергии при анализе: свободного падения тел, движения тел при наличии трения, колебаний нитяного и пружинного маятников, нагревания проводников электрическим током, плавления и испарения вещества.

3. Вычислять:

- равнодействующую силу, используя второй закон Ньютона;
- импульс тела, если известны скорость тела и его масса;
- расстояние, на которое распространяется звук за определенное время при заданной скорости;
- кинетическую энергию тела при заданной массе и скорости;
- потенциальную энергию взаимодействия тела с Землей и силу тяжести при заданной массе тела;
- энергию, поглощаемую (выделяемую) при нагревании (охлаждении) тел;
- энергию, выделяемую в проводнике при прохождении электрического тока (при заданной силе тока и напряжении).

4. Строить изображение точки в плоском зеркале и собирающей линзе.

*Воспринимать, перерабатывать и предъявлять учебную информацию в различных формах (словесной, образной, символической):*

1. Называть источники:

- электрического и магнитного полей, способы их обнаружения;
- преобразования энергии в двигателях внутреннего сгорания, электрогенераторах, электронагревательных приборах.

2. Приводить примеры:

- относительности скорости и траектории движения одного и того же тела в различных системах отсчета;
- изменения скорости тел под действием силы;
- деформации тел при взаимодействии;
- проявления закона сохранения импульса в природе и технике;
- колебательных и волновых движений в природе и технике;
- экологических последствий работы двигателей внутреннего сгорания, тепловых, атомных и гидроэлектростанций;
- опытов, подтверждающих основные положения молекулярно-кинетической теории.

3. Читать и пересказывать текст учебника.

4. Выделять главную мысль в прочитанном тексте.

5. Находить в прочитанном тексте ответы на поставленные вопросы.

6. Конспектировать прочитанный текст.

7. Определять:

- промежуточные значения величин по таблицам результатов измерений и построенным графикам;
- характер тепловых процессов: нагревание, охлаждение, плавление, кипение (по графикам изменения температуры тела со временем);
- сопротивление металлического проводника (по графику зависимости силы тока от напряжения);
- период, амплитуду и частоту (по графику колебаний);

- по графику зависимости координаты от времени: координату в заданный момент времени;
- промежутки времени действия силы;
- промежутки времени, в течение которых тело двигалось с постоянной, увеличивающейся, уменьшающейся скоростью.

8. Сравнить сопротивления металлических проводников (больше - меньше) по графикам силы тока от напряжения.

## **Обязательный минимум содержания среднего (полного) образования по физике**

### **Методы научного познания и физическая картина мира**

Эксперимент и теория в процессе познания природы. Моделирование явлений и объектов природы. Научные гипотезы. Роль математики в физике. Физические законы и границы их применимости. Принцип соответствия. Принцип причинности. Физическая картина мира.

#### **Механика**

Механическое движение и его относительность. Система отсчета. Материальная точка. Уравнения прямолинейного равноускоренного движения. Криволинейное движение точки на примере движения по окружности с постоянной по модулю скоростью. Центростремительное ускорение.

Взаимодействие тел. Инерция. Масса. Законы Ньютона. Принцип суперпозиции сил. Принцип относительности Галилея. Момент силы. Условия равновесия – тел. Закон всемирного тяготения. Закон трения скольжения. Закон Гука. Законы сохранения импульса и энергии в механике. Уравнение гармонических колебаний. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания. Механические волны. Уравнение гармонической волны.

#### **Молекулярная физика. Термодинамика**

Опыты Штерна и Перрена. Количество вещества. Молярная масса. Постоянная Авогадро.

Тепловое равновесие. Абсолютная температура. Связь температуры со средней кинетической энергией вещества. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики и его статистическое толкование. КПД теплового двигателя.

Идеальный газ. Связь между давлением и средней кинетической энергией молекул идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Изопроцессы. Насыщенные и ненасыщенные пары. Кристаллические и аморфные тела.

#### **Электродинамика**

Электрическое взаимодействие. Элементарный электрический заряд. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Принцип суперпозиции полей.

Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость. Конденсатор. Диэлектрики в электрическом поле. Энергия электрического поля конденсатора.

Электрический ток. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной электрической цепи. Параллельное и последовательное соединение проводников.

Полупроводники. Собственная и примесная проводимости полупроводников.  $p$ - $n$  –переход.

Индукция магнитного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Самоиндукция. Индуктивность. Колебательный контур. Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии.

Идеи теории Максвелла. Электромагнитная волна. Свойства электромагнитных волн. Принципы радиосвязи.

### **Оптика**

Свет как электромагнитная волна. Интерференция света. Когерентность. Дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света. Закон преломления света. Призма. Дисперсия света. Формула тонкой линзы.

### **Основы специальной теории относительности**

Инвариантность скорости света. Принцип относительности Эйнштейна. Пространство и время в специальной теории относительности. Связь массы и энергии.

### **Квантовая физика**

**Тепловое излучение. Постоянная Планка. Фотоэффект. Опыты Столетова. Фотоны. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Корпускулярно-волновой дуализм**

Гипотеза Луи де Бройля. Дифракция электронов. Боровская модель атома водорода. Спектры. Люминесценция. Лазеры. Закон радиоактивного распада. Нуклонная модель ядра. Деление ядер. Синтез ядер. Ядерная энергетика. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.

### **Требования к уровню подготовки по физике выпускников средней (полной) школы. Гуманитарный профиль. Уровень А**

Система требований полностью согласована с обязательным минимумом содержания общего образования по физике и очерчивает минимум содержания общего образования по физике и очерчивает минимум знаний и умений, необходимых для формирования представлений о физике как части общечеловеческой культуры, о значимости физики в развитии человеческой цивилизации и современного общества.

В соответствии с общими целями обучения и развития к уровню подготовки выпускника предъявляются четыре группы требований:

- освоение методов научного познания;
- владение определенной системой физических законов и понятий;
- умение воспринимать и перерабатывать учебную информацию;
- владение понятиями и представлениями физики, связанными с жизнедеятельностью человека.

Разные группы требований предполагают разные преимущественные формы проверки и оценки уровня их достижения. Поэтому итоговая оценка достижения выпускником необходимого уровня общеобразовательной подготовки по физике предполагает обязательную комплексную проверку результатов обучения с использованием различных ее форм и носит выборочный характер. Возможные варианты заданий по проверке требований и возможные примеры ответов приведены в «Образцах заданий».

Выпускники средней школы должны:

*Понимать сущность метода научного познания окружающего мира:*

1. Приводить примеры, показывающие, что *(проверка в форме устного опроса или заданий с выбором ответа)*:

- наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий;
- эксперимент позволяет проверить истинность теоретических выводов;
- физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты;
- физическая теория позволяет предсказывать еще неизвестные явления, их особенности;
- один и тот же природный объект или процесс можно описать (исследовать) на основе разных моделей;
- законы физики и физические теории имеют определенные границы применимости.

2. Раскрывать влияние научных идей и теорий на формирование современного мировоззрения *(проверка в форме устного опроса или реферата)*.

3. Называть значимые черты современной физической картины мира *(проверка в форме устного опроса или реферата)*.

4. Приводить примеры физических явлений и процессов, указанных в «Обязательном минимуме содержания среднего (полного) общего образования по физике»: реактивное движение, колебания, распространение волн, тепловое движение, тепловое равновесие, интерференция и дифракция света, фотоэффект, поглощение и испускание света и др. *(проверка в форме устного опроса, в виде устного ответа или заданий с выбором ответа)*.

5. Иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании важнейших технологических объектов *(проверка в форме устного опроса, в виде устного ответа или заданий с выбором ответа)*.

*Владеть основными понятиями и законами физики:*

1. Соотносить указанные в «Обязательном минимуме содержания среднего (полного) общего образования по физике» понятия с теми свойствами (особенностями) тел и процессов, для характеристики которых эти понятия введены в

физику (*проверка в форме устного опроса, в виде устного ответа или заданий с выбором ответа*).

2. Описывать опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики: Штерна, Кулона, Эрстеда, Ампера, Фарадея, Лебедева, Столетова и другие опыты, указанные в «Обязательном минимуме содержания среднего (полного) общего образования по физике» (*проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа*).

3. Раскрывать смысл физических законов и принципов, указанных в «Обязательном минимуме содержания среднего (полного) общего образования по физике» (*проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа*):

- принципы относительности, близкодействия, соответствия;
- законы динамики, всемирного тяготения, сохранения импульса и энергии, термодинамики, электродинамики, радиоактивного распада;
- уравнение состояния идеального газа;
- связь температуры газа со средней кинетической энергией хаотического движения его частиц; взаимосвязь массы и энергии;
- постулаты специальной теории относительности; постулаты Бора.

4. Описывать преобразование энергии при (*проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа*):

- свободном падении тел;
- движении тел с учетом трения;
- совершении колебательных и волновых механических процессов;
- изменении агрегатного состояния вещества;
- поглощении и излучении электромагнитных волн.

*Воспринимать, перерабатывать и предъявлять учебную информацию в различных формах (словесной, образной, символической) (проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа):*

1. Излагать суть содержания учебной книги по физике.

2. Выделять в тексте учебника важнейшие категории научной информации (описание явления или опыта; постановка проблемы; выдвижение гипотезы; моделирование объектов и процессов; формулировка теоретического вывода и его интерпретация; экспериментальная проверка гипотезы или теоретического предсказания).

3. Выдвигать гипотезы для объяснения представленной системы научных фактов, предусмотренных обязательным минимумом содержания курса физики.

4. Делать выводы на основе экспериментальных данных, представленных таблицей, графиком или диаграммой.

Владеть понятиями и представлениями физики, связанными с жизнедеятельностью человека (*проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа*)

1. Соотносить длительность года, месяца и суток, смену времен года с движением Земли и Луны.

2. Знать:

- значение температуры тела здорового человека, точки замерзания и кипения воды при нормальном давлении;

- физические условия на Земле, обеспечивающие существование жизни человека;
- опасность для здоровья человека источников тока и меры безопасности при работе с бытовыми электроприборами;
- опасность для здоровья человека инфракрасного, видимого лазерного, ультрафиолетового, СВЧ, рентгеновского излучений и методы защиты от них;
- экологические проблемы, связанные с работой тепловых двигателей, тепловых, атомных и гидроэлектростанций;
- зависимость тормозного пути от скорости движения транспортных средств и качества дорожного покрытия.

### **Требования к уровню подготовки по физике выпускников средней (полной) школы. Общеобразовательный профиль. Уровень В**

Система требований полностью согласована с обязательным минимумом содержания общего образования по физике и очерчивает минимум содержания общего образования по физике и очерчивает минимум знаний и умений, необходимых для формирования представлений о физике как части общечеловеческой культуры, о значимости физики в развитии человеческой цивилизации и современного общества.

В соответствии с общими целями обучения и развития к уровню подготовки выпускника предъявляются четыре группы требований:

- освоение методов научного познания;
- владение определенной системой физических законов и понятий;
- умение воспринимать и перерабатывать учебную информацию;
- владение понятиями и представлениями физики, связанными с жизнедеятельностью человека.

Разные группы требований предполагают разные преимущественные формы проверки и оценки уровня их достижения. Поэтому итоговая оценка достижения выпускником необходимого уровня общеобразовательной подготовки по физике предполагает обязательную комплексную проверку результатов обучения с использованием различных ее форм и носит выборочный характер. Возможные варианты заданий по проверке требований и возможные примеры ответов приведены в «Образцах заданий».

Выпускники средней школы должны:

*Понимать сущность метода научного познания окружающего мира*

1. Приводить примеры опытов, обосновывающих научные представления и законы (*проверка путем устного опроса или заданий с выбором ответа*):

- относительность механического движения;
- принцип относительности Галилея;
- непрерывный и хаотический характер движения частиц вещества;
- существование двух видов (знаков) электрического заряда;
- закон Кулона;
- связь магнитного поля с движением электрических зарядов;
- связь электрического поля с изменением магнитного поля;
- представление о свете как о волне;

- представление о свете как о потоке частиц;
- планетарная модель атома;
- сложное строение атомного ядра.

2. Приводить примеры опытов, позволяющих проверить законы и их следствия, подтвердить теоретические представления о природе физических явлений (*проверка в форме устного опроса или заданий с выбором ответа*):

- закон всемирного тяготения;
- закон сохранения импульса;
- звук – механическая волна;
- первый закон термодинамики;
- связь скорости теплового движения частиц тела с его температурой;
- давление света;
- существование электромагнитных волн;
- свет – электромагнитная волна;
- связь массы и энергии;
- представление о потоке частиц как о волне.

3. Используя теоретические модели, объяснять физические явления (*проверка в форме устного опроса или заданий с выбором ответа*):

- независимость ускорения от массы тел при их свободном падении;
- затухание механических колебаний маятников (нитяного и пружинного) и электромагнитных колебаний в контуре;
- возможность услышать звуковой сигнал от источника, скрытого за препятствием;
- необходимость теплопередачи для осуществления изотермического процесса;
- нагревание газа при его быстром сжатии и охлаждение газа при его быстром расширении;
- повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде;
- электризация тел при их контакте;
- взаимодействие двух параллельных проводников с током;
- зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещения;
- линейчатый характер спектров излучения и поглощения света атомарным газом;
- фотоэффект;
- радиоактивность;
- высокая температура Солнца.

4. Учитывать границы (область, условия) применимости научных моделей, законов и теорий (*проверка в форме устного опроса или заданий с выбором ответа*):

- второго закона Ньютона;
- закона Гука;
- закона сохранения импульса;
- закона сохранения механической энергии;
- механики Ньютона (классической механики);

- представления тела материальной точкой;
- модели идеального газа;
- прямо пропорциональной зависимости энергии теплового движения частиц вещества от абсолютной температуры;
- геометрической оптики;
- представления об атомах как неделимых частицах;
- возможности однозначного предсказания результатов природных процессов.

5. Выдвигать на основе наблюдений и измерений гипотезы о связи физических величин, планировать и проводить исследования по проверке этих гипотез (*проверка в виде заданий с выбором ответа или экспериментального исследования*).

6. Знать назначение физических приборов, указанных в «Обязательном минимуме содержания среднего (полного) общего образования по физике», и уметь ими пользоваться (*проверка в виде устного опроса и экспериментального задания*).

7. Измерять (*проверка в виде экспериментального задания*):

- ускорение свободного падения;
- коэффициент трения скольжения;
- жесткость пружины;
- удельную теплоемкость вещества;
- ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока;
- удельное сопротивление проводника;
- фокусное расстояние и оптическую силу собирающей линзы;
- длину световой волны.

8. Раскрывать влияние научных идей и теорий на формирование современного мировоззрения (*проверка в виде устного опроса или реферата*).

9. Называть значимые черты современной физической картины мира (*проверка в виде устного опроса или реферата*).

10. Иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании важнейших технических объектов: тепловых двигателей, генераторов электрического тока, телекоммуникационных устройств, лазеров, ядерных реакторов и др. (*проверка в форме устного ответа или заданий с выбором ответа*).

*Владеть основными понятиями и законами физики:*

1. Соотносить указанные в «Обязательном минимуме содержания среднего (полного) общего образования по физике» понятия с теми свойствами (особенностями) тел и процессов, для характеристики которых эти понятия введены в физику (*проверка в форме устного ответа или заданий с выбором ответа*).

2. Раскрывать смысл физических законов и принципов, указанных в «Обязательном минимуме содержания среднего (полного) общего образования по физике» (*проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа*):

- принципы относительности, близкодействия, суперпозиции, соответствия;
- законы Ньютона, всемирного тяготения, закон Гука, сохранения импульса и энергии, термодинамики, сохранения электрического заряда, Кулона,

закон Ома для полной цепи, закон электромагнитной индукции, законы геометрической оптики, радиоактивного распада;

- уравнение Клапейрона-Менделеева, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;
- связь давления газа с его температурой и концентрацией частиц, температуры газа со средней кинетической энергией хаотического движения его частиц; взаимосвязь массы и энергии;

- постулаты специальной теории относительности; постулаты Бора.

3. Вычислять (*проверка в виде заданий с выбором ответа*):

- скорость и путь при прямолинейном равноускоренном движении;
- центростремительное ускорение;
- дальность полета тела, брошенного горизонтально, и высоту подъема тела, брошенного вертикально;
- ускорение тела по заданным силам, действующим на тело, и его массе;
- скорости тел после неупругого соударения по заданным скоростям и массам сталкивающихся тел;
- скорость тела, используя закон сохранения механической энергии;
- период колебаний математического маятника, груза на пружине, свободных колебаний в колебательном контуре;
- установившуюся температуру, используя уравнение теплового баланса;
- неизвестный параметр идеального газа по заданным его параметрам с помощью уравнения Клапейрона-Менделеева или основного уравнения кинетической теории газов;
- изменение внутренней энергии вещества при теплопередаче и совершении работы;
- КПД теплового двигателя;
- силу взаимодействия между двумя точечными неподвижными электрическими зарядами в вакууме;
- силу, действующую на электрический заряд в электрическом поле (при заданных значениях заряда и напряженности электрического поля);
- напряженность электрического поля, созданного несколькими точечными зарядами, используя принцип суперпозиции;
- работу по перемещению электрического заряда между двумя точками в электрическом поле (при заданных значениях заряда и разности потенциалов поля);
- напряженность однородного электрического поля по известной разности потенциалов между точками, отстоящими друг от друга на известном расстоянии;
- заряд и энергию конденсатора по известной электроемкости и напряжению на его обкладках;
- силу тока, ЭДС источника тока, напряжение и сопротивление в простейших электрических цепях;
- силу, действующую на движущийся электрический заряд или на проводник с током в магнитном поле;
- ЭДС индукции с помощью закона электромагнитной индукции;
- показатель преломления среды, используя закон преломления;
- длину волны по скорости ее распространения и частоте;
- кинетическую энергию фотоэлектронов;

- энергетический выход простейших ядерных реакций по известным массам взаимодействующих частиц и продуктов реакции.

4. Определять (*проверка в виде заданий с выбором ответа*):

- характер прямолинейного движения по графикам зависимости скорости (координаты) от времени;
- период, частоту, амплитуду, фазу колебаний по уравнению гармонических колебаний;
- характер изопроцесса по графикам в координатах  $p, V$ ;  $p, T$ ;  $V, T$ ;
- вид движения электрического заряда в однородном магнитном и электрическом полях;
- химический состав газа по его спектру;
- продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа;
- состав ядра по его заряду и массовому числу.

5. Описывать преобразование энергии при (*проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа*):

- свободном падении тел;
- движении тел с учетом трения;
- свободных колебаниях нитяного и пружинного маятников;
- изменении агрегатного состояния вещества;
- протекании электрического тока по проводнику;
- свободных колебаниях в колебательном контуре;
- поглощении и излучении электромагнитных волн;
- работе тепловых двигателей;
- работе электрогенератора, химических источников тока, солнечных батарей;
- работе ядерных реакторов.

*Воспринимать, перерабатывать и предъявлять учебную информацию в различных формах (словесной, образной, символической) (проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа):*

1. Излагать суть содержания учебной книги по физике.

2. Выделять в тексте учебника важнейшие категории научной информации (описание явления или опыта; постановка проблемы; выдвижение гипотезы; моделирование объектов и процессов; формулировка теоретического вывода и его интерпретация; экспериментальная проверка гипотезы или теоретического предсказания).

3. Выдвигать гипотезы для объяснения представленной системы научных фактов, предусмотренных обязательным минимумом содержания курса физики.

4. Делать выводы на основе экспериментальных данных, представленных таблицей, графиком или диаграммой.

*Владеть понятиями и представлениями физики, связанными с жизнедеятельностью человека (проверка в виде устного ответа или заданий с выбором ответа):*

1. Соотносить длительность года, месяца и суток, смену времен года с движением Земли и Луны.

## 2. Знать:

- значение температуры тела здорового человека, точки замерзания и кипения воды при нормальном давлении;
- физические условия на Земле, обеспечивающие существование жизни человека;
- опасность для здоровья человека источников тока и меры безопасности при работе с бытовыми электроприборами;
- опасность для здоровья человека инфракрасного, видимого лазерного, ультрафиолетового, СВЧ, рентгеновского излучений и методы защиты от них;
- опасность для здоровья человека источников радиоактивных излучений и методы защиты от них;
- экологические проблемы, связанные с работой тепловых двигателей, тепловых, атомных и гидроэлектростанций;
- зависимость тормозного пути от скорости движения транспортных средств и коэффициента трения.

## 2. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ УСПЕВАЕМОСТИ

Под **успеваемостью** учащихся понимается **степень достижения планируемых результатов обучения**: полноты, глубины, сознательности и прочности знаний, сформированности навыков, умений, уровня овладения методами науки, развития познавательных и творческих способностей.

При выборе форм и методов проверки успеваемости и оценке знаний, умений и навыков учащихся большое значение имеет решение вопросов о том, что следует проверять и на что – при этом нужно обратить особое внимание.

Чтобы ответить на эти вопросы, нужно исходить из целей, которые ставятся при изучении физики:

- изучение важнейших физических явлений, понятий, законов, теорий и их применение на практике;
- овладение методами научного познания и формирование на этой основе научного мировоззрения как базы для развития познавательных и творческих способностей;
- ознакомление с применением основных достижений физики в народном хозяйстве и быту.

Учебный материал современных учебных курсов физики обычно строится на основе фундаментальных теорий: классической механики, молекулярно-кинетической теории, электродинамики с элементами СТО и квантовой физики. Всякая фундаментальная теория содержит следующие компоненты: факты, физические понятия, идеализированные объекты (модели), закон и закономерности, теоретические выводы, важнейшие физические эксперименты и принципы приложения теорий к практике. Все эти сведения получают различными научными методами, которые в дальнейшем развитии играют определенную роль. Следовательно, школьники должны знать и различать научные положения, физические явления и величины, понятия, законы и уметь применять их при решении задач и выполнении лабораторных работ. Они должны понимать циклический характер развития научного знания: исходные факты – проблема – гипотеза – теоретические выводы – экспериментальная проверка – применение теории на практике.

При проверке знаний школьников очень важно уделить внимание усвоению методов науки, при помощи которых приобретаются научные знания. Владение методами науки способствует развитию познавательной и творческой активности учащихся. В частности, важно усвоение следующих методов:

- наблюдение и систематизация фактов;
- идеализация и абстрагирование при переходе от реальных объектов к физическим величинам и понятиям их заменяющим: материальная точка, скорость, ускорение, замкнутая система, инерциальная система отсчета, идеальный газ, линии напряженности электрического поля и др.;
- вывод зависимости вводимых для описания реальных объектов одних физических величин от других на основе наблюдений, измерений и обобщения фактов, например, вывод формул и построение графиков скорости и равно-

ускоренного движения тела в зависимости от времени, вывод зависимости силы тока для данного проводника от напряжения и т.д.;

- метод модельных гипотез, например, при изучении строения вещества, строения атома, проводимости полупроводников и т.д.;

- теоретический вывод следствий из установленных закономерностей, например, вывод формулы пути при равноускоренном движении, установление независимости работы силы тяжести от формы траектории движения тела, формула потенциальной энергии деформированного тела и др.;

- физический эксперимент как метод проверки правильности теоретического предвидения и открытия новых явлений и законов, например, сверхпроводимость, односторонняя проводимость полупроводникового диода и др.

Относительно последнего метода следует заметить, что обучение физике предполагает получение знаний и формирование практических умений в области физического эксперимента, включающего демонстрационные опыты, фронтальные лабораторные работы, экспериментальные задания и работы физического практикума. При этом важно понимание функций эксперимента в области научного познания: выполняет ли он роль исходных опытных фактов теории, или является наглядным воплощением модельной гипотезы, или служит для проверки теоретических выводов, или демонстрирует практическое применение достижений физики в промышленности и сельском хозяйстве.

При проверке и оценивании выполнения лабораторных работ учитывается понимание цели эксперимента, умение проводить наблюдения явлений, планировать и проводить экспериментальное исследование, умение пользоваться измерительными приборами и приспособлениями. В частности, следует обращать внимание на следующие целевые установки фронтальных лабораторных работ и работ практикума:

- наблюдение явлений и процессов (например, броуновского движения, взаимодействия магнитного поля и электрического тока, электромагнитной индукции, интерференции, дифракции, дисперсии света и др.);

- градуировка приборов (динамометра, газового термометра, омметра);

- измерение физических величин, характеризующих свойства вещества (удельного сопротивления, показателя преломления и др.);

- изучение физических законов (сохранения энергии, уравнения состояния идеального газа и т.д.);

- определение некоторых физических констант (ускорения свободного падения, жесткости пружины, коэффициента трения скольжения, удельного сопротивления проводника, показателя преломления стекла и др.);

- конструирование простейших технических устройств и приборов (электромагнита, моделей электродвигателя и трансформатора, радиоприемника);

- изучение характеристик приборов (мощности двигателя, полупроводникового диода и триода).

В программах обычно указываются экспериментальные (практические) умения школьников, которые учитываются при оценке выполнения ими лабораторных работ.

Овладение этими умениями способствует формированию глубоких и прочных знаний учебного предмета, облегчает овладение физическими величинами, понятиями и законами, поскольку знание теории здесь выступает средством практической деятельности.

Овладение же методами науки в целом способствует развитию познавательных и творческих способностей, в частности при проведении таких операций, как наблюдения, анализ и синтез фактов, формулировка проблемы и постановка задач, направленных на ее решение, выдвижение гипотез, логический вывод следствий, конструирование, анализ, интерпретация и оценка данных, проведение экспериментальной проверки, обобщение и выводы.

Проверка экспериментальных умений должна охватывать политехнический материал курса физики. Эти знания и умения способствуют развитию творческой активности, повышению мотивации обучения школьников, проявлению интереса к предмету. В частности, очень удачными объектами для проверки понимания физических принципов их действия являются приборы и модели машин, которые, обычно, имеются в физическом кабинете: манометр, гидравлический пресс, насосы, двигатель внутреннего сгорания, турбина, электронагревательные приборы, предохранители, электродвигатель, линзы, полупроводниковые приборы, электроизмерительные приборы, генератор переменного тока, трансформатор и др.

Умение обобщать и систематизировать изученный материал способствует интеллектуальному развитию школьника. Для его проверки могут служить важнейшие направления научно-технического прогресса, связанные с прикладной физикой. В частности, можно использовать для заданий следующие сопоставления: механика и механизация производства; молекулярная физика и теплоэнергетика; электродинамика и электроэнергетика; квантовая физика, прикладная физическая оптика и ядерная физика. Эти направления включают все частные прикладные вопросы физики, входящие в содержание современного курса, и потребуют от ученика выделить главное.

Например, механизация производства содержит такие частные вопросы, как использование энергии рек и ветра, манометры, гидравлический пресс, насосы, передаточные механизмы, машины, сухопутный, водный, воздушный транспорт и космические корабли. При обобщении материала по теплоэнергетике потребуются рассмотреть такие вопросы прикладной физики, как принцип действия тепловых двигателей, их применение на транспорте, электростанциях и т.д. Электроэнергетика объединяет такие частные вопросы прикладной физики, как электроизмерительные, электронные и ионные приборы, сверхпроводимость, электролиз, полупроводниковые приборы, конденсаторы, генераторы, принцип радиотелефонной связи, радиолокация, телевидение, передача электроэнергии и др. Прикладная физическая оптика и ядерная физика рассматривают такие вопросы, как оптические приборы, лазеры, ядерные и термоядерные реакции и др.

В систематически проводимых международных исследованиях сравнительной подготовки школьников по физике проверке подлежит успеваемость по данному предмету, а также по методологии предмета. Задания по методоло-

гии физики требуют от учащихся: проведения наблюдений, классификации и систематизации полученных данных; интерпретации данных; выдвижения гипотезы; конструирования эксперимента для проверки гипотезы; проведения исследования какого-либо явления в целом.

## 2.1. Виды, методы и средства проверки знаний и умений

Основными **методами проверки** знаний и умений учащихся по физике являются:

- устный опрос;
- проведение письменных работ;
- проведение лабораторных работ;
- доклады и рефераты учащихся;
- внеурочные мероприятия – викторины, тематические вечера, физические состязания команд, олимпиады и др.

К основным **видам проверки** знаний и умений учащихся относят:

- текущую проверку, когда проверка проводится в той или иной форме систематически, из урока в урок; обычно объем проверяемых знаний и умений при таких проверках невелик, формула, закон, параграф, часть темы;
- итоговую проверку, когда проверка проводится по завершению темы, четверти, полугодия, года или школьного курса (например, выпускные экзамены); объем проверяемых знаний и умений в этом случае существенный.

Иногда виды проверки определяют по количеству охваченных учащихся:

- индивидуальная;
- групповая;
- классная;
- проверка в параллели;
- массовая.

Для учителя результаты проверок должны в первую очередь служить ориентиром в определении своих достижений, успехов учеников и для корректировки приемов и методов работы.

Если знания и умения учащихся по своему уровню такие же, как и результаты массовой проверки, то успехи класса или отдельных учащихся и их групп можно считать средними, если лучше массовых – высокими, а если хуже – низкими.

Иногда под **видом или формой проверки** понимают вид задания (контрольная письменная работа, тест, лабораторная работа, зачет, диктант и др.) или вид деятельности учеников при выполнении проверочной работы (доклад, сообщение, реферат, решение задачи у доски и на месте, рассказ ученика, устные ответы в ходе беседы и т.д.).

Содержание проверочных заданий является **средством проверки**. Оно определяет вид деятельности и форму работы учеников. Вот почему содержанию заданий, формулировке вопросов в них придается особое значение.

Формулировки заданий и устных вопросов должны быть четкими, краткими, понятными и нацеливать ученика на то, что проверяется.

Остановимся подробнее на методах текущей и итоговой проверок результатов обучения.

Текущая проверка. Текущая проверка успеваемости школьников выполняет несколько важных функций. Для учителя это средство самопроверки. Результаты проверки успеваемости позволяют корректировать методику обучения, из дня в день добиваться поставленных целей обучения предмету. Для школьников и их родителей текущая проверка и оценка деятельности учащегося являются положительными или отрицательными сигналами, стимулирующими учебную работу.

Для текущей проверки могут быть использованы все методы, но чаще всего она проводится с помощью индивидуального или фронтального устного или письменного опроса. Важное место отводится при текущей проверке решению задач у доски и на местах. Весьма эффективным методом является демонстрационный или фронтальный эксперимент, когда проверяются не только знания, но и умения эти знания применять в опытной работе. Такая форма текущей проверки позволяет использовать экспериментальные задачи, строить, читать графики, систематизировать и интерпретировать экспериментальные данные, использовать проблемный подход в изучении материала.

Большим достоинством устного опроса является возможность диалога учителя и ученика, непосредственное общение учителя и учащихся в классе, принимающих участие в опросе, обсуждение и выяснение затруднений или ошибок, которые встречаются в ходе ответа.

Воспитательное значение текущей проверки заключается в том, что она дисциплинирует учащихся при выполнении домашней работы, воспитывает чувство ответственности за работу в классе и дома, приучает к систематическому труду, помогает формировать навык самостоятельной работы по приобретению знаний и умений. Кроме того, в текущей проверке необходимо учитывать фактор психологического воздействия на учащихся. При правильном проведении проверки стимулируется серьезное отношение школьников к учебному труду непосредственно на уроке. Учащиеся слушают и работают на уроке намного сосредоточеннее, более интенсивно, так как знают о необходимости отчитаться по изучаемому материалу.

Воспитательный аспект проверки усиливается, если ученику предоставляется возможность свободно высказывать свои суждения, которые не всегда совпадают с мнением других учащихся и учителя. При этом формируется умение учащегося обосновывать и доказательно отстаивать свои суждения. В текущей проверке знаний формируется опыт общения учащихся с учителем и товарищами по классу, формируются важные черты характера ученика: самостоятельность, справедливость, уверенность в своих действиях, умение выслушать противоположное мнение и уважительно относиться к нему, умение видеть и признавать свои ошибки.

Правильная постановка текущей проверки успехов учащихся оказывает большое влияние на общее интеллектуальное развитие. При правильном устном опросе у школьников развиваются не только память и внимание, но и способность мыслить. Во время ответа они учатся анализировать явления, делать

выводы и обобщения, оценивать свои знания и знания товарищей, отстаивать свое мнение, говорить правильным научным языком.

Письменная текущая проверочная работа, например, в форме небольших тестовых заданий с выбором ответа, также может активно использоваться при текущей проверке. И хотя такая форма проверки не позволяет учителю напрямую общаться с учениками, тем не менее, она является весьма действенным средством для формирования тех же интеллектуальных умений и навыков, дисциплинирует учащихся, требуя систематического выполнения домашних заданий, является достаточно оперативной и массовой формой текущей проверки выполнения домашнего задания и выявления проблем с изучением того или иного текущего материала.

Текущая проверка в любых ее формах, если она проводится регулярно, является основным видом контроля, так как позволяет наиболее полно оценить достижения учащихся, способствует наполняемости журнала текущими оценками, и тем самым позволяет объективно оценивать ситуацию в целом относительно усвоения учащимися суммы знаний и умений, предусмотренных учебной программой по каждой изучаемой теме.

Итоговая проверка. Основное назначение итоговой проверки заключается в объективном выявлении результатов обучения, которые позволяют определить соответствие или несоответствие действительных результатов обучения запланированным показателям в школьной программе. Итоговая проверка успеваемости выполняет не только функции контроля. В процессе итоговых проверочных работ школьники учатся выделять главное в учебном материале, а у учителя формируется целостное представление о результатах своей работы и достижениях каждого ученика в классе.

При подготовке к итоговой работе идет повторение, закрепление, углубление и систематизация знаний, что позволяет поднять их на новый уровень. При систематизации и обобщении знаний формируются важные интеллектуальные умения учащихся.

Итоговая проверка по физике чаще всего проводится в виде письменных контрольных работ, состоящих из расчетных и качественных задач или заданий с выбором ответов, заданий с требованием заполнить пропуск в тексте и т.п. В практику работы школ в старших классах вошли и такие формы итоговой проверки знаний и умений, как зачеты, семинары, доклады и диспуты.

Применение различных методов и средств проверки позволяет более объективно выявить знания и умения учащихся. Каждый из предлагаемых видов проверки имеет свои достоинства и недостатки, ни один из них не может быть признан единственным, способным выявить все аспекты результатов обучения. Только умелое сочетание различных средств, методов и форм проверки, применение их в системе позволяет с достаточной степенью объективности выявить знания и умения учащихся, а так же пробелы и недочеты. Например, знания с выбором ответов помогают более полно охватить проверкой учебный материал и выявить глубину его усвоения каждым учеником, а также определить причину недостатков в знаниях учащихся, существенно сокращают время проверки

работ и получения конечного итога. При этом очевидно, учитель не видит путь, которым ученик приходит к правильному или неправильному ответу.

Для проверки сформированности умений обобщать, сравнивать, делать выводы, объяснять физические явления и факты на основе изученных теорий и законов, то есть там, где необходимы логически стройный, обоснованный ответ или когда ученик должен высказать свое личное суждение, задания с выбором ответа применять нецелесообразно. В письменной контрольной работе, когда требуется найти пути решения и рассчитать ответ, в отличие от заданий с выбором ответа, виден результат выполнения заданий, ход выполнения, алгоритм поиска, мотивы выбора того или иного ответа.

Письменные контрольные работы, требующие обычно ответа на вопросы и решения нескольких расчетных и качественных задач, позволяют проверить понимание изученного материала и умение применять теоретические знания для – решения задач, объяснения физических явлений и технических процессов, а также приучают школьников лаконично и точно выражать свои мысли. Они позволяют оценить выбор способа решения задачи, увидеть затруднения при ее решении, выделить типичные ошибки, допущенные при выполнении работы. Недостаток такого рода проверочных работ заключается в том, что с их помощью может быть проверена степень усвоения только небольшого объема изученного материала.

Одной из важных форм итоговой проверки знаний и умений в старших классах являются зачеты. Их целесообразно проводить по большим темам или разделам. Зачет чаще всего представляет собой сочетание письменной и устной проверок. Его достоинство заключается в том, что зачет предполагает комплексную проверку знаний и умений. С помощью зачета проверяются как теоретические знания, так и практические навыки – решение задач и выполнение практических работ, в том числе и с экспериментальной основой.

Описанные формы работы по проверке знаний учащихся традиционные, их не следует рассматривать как шаблон, которому непременно нужно следовать. Творчески работающий учитель повседневно находит различные возможности для того, чтобы совершенствовать методы обучения, повышать познавательную активность учащихся, придавать учебному процессу увлекательную форму.

Например, одной из форм текущего контроля является физический диктант. С помощью физических диктантов целесообразно проверять знание законов, определений, понятий, усвоение и правильное написание формул, терминов, символических обозначений, графиков, знание системы единиц измерения физических величин.

С помощью докладов, подготовленных учениками на заданную тему, можно проверять их умение работать с учебником и дополнительной литературой, анализировать и систематизировать полученную информацию, обобщать, делать выводы, обосновывать их и т.д.

Проверку экспериментальных умений можно проводить с помощью экспериментальных задач или контрольных лабораторных работ. В этом случае уча-

щимся предлагают самостоятельно определить ход работы, последовательность проведения эксперимента, сделать расчеты и выводы по работе.

Результативность проверки во многом зависит от умелого сочетания методов, средств и видов проверки, от содержания, организации и систематичности проверки, от ее значимости в учебном процессе.

## 2.2. Требования к уровню овладения знаниями и умениями

Степень соответствия выявленных знаний и умений учащихся предъявляемым требованиям является главным критерием оценки успеваемости учащихся.

Под **требованиями к знаниям и умениям** будем понимать планируемый результат обучения, который содержит описание того, что должно быть усвоено в процессе изучения курса физики средней школы, и указания, на каком уровне предполагается усвоение знаний и какими умениями и навыками должен овладеть школьник.

Весьма условно иногда степень овладения изучаемым материалом обозначают уровнем.

В ряде международных исследований уровень сложности заданий определен следующими категориями:

1. Знание фактов, понятий и принципов.
2. Применение знаний для решения несложных задач.
3. Интегрирование знаний для решения более сложных задач.

В отечественной практике более распространена другая схема уровней, хотя и весьма сходная с первой:

1. знания и умения на уровне воспроизведения;
2. знания и умения на уровне применения по образцу;
3. знания и умения на уровне применения в измененной ситуации;
4. знания и умения на творческом уровне, когда требуется объяснить незнакомое явление или создать новый (неизвестный) алгоритм для решения задачи.

### Уровни усвоения

Пересказ изученного материала без собственных комментариев, выводов и обобщений, без выделения главного соответствует **первому уровню усвоения** материала (*воспроизведение*). Этому же уровню соответствует воспроизведение определений, понятий, законов, правил, написание по памяти символических обозначений физических величин и формул.

**Второй уровень усвоения** (*применение знаний по образцу*) – решение задач на прямую подстановку данных условия в формулу или решение задач с небольшими изменениями в прямой подстановке, но таких, которые решались раньше; пересказ с выводами и обобщениями, которые даны в учебнике с небольшими дополнениями, данными учителем в ходе объяснения материала. Эти дополнения также являются образцом для отвечающего.

Объяснение новых для ученика явлений на основе изученных законов и теорий – это **третий уровень** (*применение знаний в новой ситуации*). К этому

уровню относится решение расчетных задач без заранее рассмотренного образца или когда он был ранее рассмотрен, но, для того чтобы использовать этот образец, сначала одну из величин надо определить, чтобы потом подставить в этот образец. К нему же относится в большинстве своем решение качественных задач, когда какое-либо явление объясняется на основе научных законов и теорий.

**Четвертый уровень (творческий)** – создание самостоятельно новых алгоритмов и новых методов решения задач, новых конструкций моделей, приборов, технических решений. К этому уровню следует отнести также подготовку докладов и сообщений, когда используются различные источники информации и обосновываются собственные выводы и обобщения, которые не являются прямым воспроизведением изученной литературы.

Задания, используемые при контроле знаний учащихся, могут проверять различные уровни усвоения учебного материала.

Теории, законы и основные физические понятия должны быть усвоены на третьем уровне, то есть учащиеся должны уметь их применять для объяснения физических явлений в природе, технике и в быту, а также использовать для приобретения новых знаний.

К основным физическим понятиям относятся сквозные, проходящие через все разделы физики: масса, скорость, ускорение, сила, работа, мощность, энергия, импульс силы, импульс тела, физическое поле, вещество, заряд и т.д. Кроме того, в каждой теме имеются свои основные понятия. Уровень их усвоения всеми учащимися должен быть не ниже второго. Это облегчит школьникам дальнейшее усвоение программного материала как по физике, так и по другим предметам естественнонаучного цикла.

К проверке знаний и умений учащихся необходимо подходить с учетом значимости различных объектов изучения в курсе физики и предлагаемым уровнем их усвоения школьниками, то есть с учетом требований к результату обучения (Образовательного стандарта общего образования по физике). В итоговой проверке следует проверять овладение предметом на разных уровнях: от воспроизведения или применения для решения несложной задачи до творческого уровня. Задания, требующие ответа на творческом уровне, должны даваться как дополнительные к основной контрольной работе.

При проверке практических умений по физике следует обращать особое внимание на умения: проводить опыты, измерять физические величины, решать физические задачи, наблюдать физические явления и процессы в природе, в быту, в технике и в лабораторных условиях. Итоговой формой проверки такого рода достижений может быть, например, зачетная лабораторная работа или итоговый практикум.

### **2.3. Оценка успеваемости**

**Оценка успеваемости учащихся** – определение степени достижения планируемых результатов обучения, которое регламентируется обычно объяснительной запиской программы в виде требований. Она выступает, прежде всего,

как оценка достижений в учебе, затем как мера стимулирования ученика в его работе и как выражение одобрения или порицания его отношения к учебе. Она определяет место ученика в коллективе класса и т.д.

Оценка знаний, как и их проверка, имеет большое воспитательное значение. Правильно используя оценку, учитель имеет возможность постоянно побуждать ученика к совершенствованию знаний и умений, к развитию критичности мышления, к выработке правильных оценочных суждений и к самооценке своего труда.

Основное требование к оценке – ее *объективность*. Занижение или завышение отметок ведет к снижению их стимулирующей функции, наносит ущерб нравственному воспитанию, порождая конфликты как в коллективе учеников, так и между учениками и учителями.

На оценку не должны влиять настроение учителя, его симпатии или неприязнь к отдельным ученикам, предвзятое мнение о том или другом ученике и другие причины, не связанные со знаниями, умениями и навыками. Недопустимо использовать оценку как средство наказания ученика за пропуск уроков, нарушение дисциплины, бестактность и т.д.

Выставление оценки требует от учителя большого педагогического такта. Пользоваться этим средством воздействия на ученика надо грамотно и добросовестно. Авторитет учителя во многом зависит от его объективности при оценивании знаний и умений учащихся.

Объективность отметки в глазах учащихся достигается путем сравнения методов проверки и оценки успеваемости по ряду признаков:

- средства проверки знаний, умений, способностей и т.д.;
- систематичность проведения проверок;
- полнота охвата проверкой основного учебного материала;
- самостоятельность выполнения заданий учащимися;
- соблюдение известных критериев и норм оценок.

Оценке подлежат основные формы работы и учебной деятельности школьников: устные ответы, письменные работы, чтение и построение графиков, схем, диаграмм; выполнение лабораторных работ и работ физического практикума; работа с учебником, дополнительной литературой и другими источниками знаний; подготовка и сообщение докладов, изготовление физических приборов и др.

В устных и письменных ответах необходимо учитывать правильность ответа, его полноту, логичность изложения, обоснованность и доказательность утверждений, умение пересказать своими словами, выбрать основное из учебного материала, умение подтвердить ответ примерами из природы, техники и быта, оригинальность решения задачи и самостоятельность суждений и выводов, умение делать обобщения, сравнивать и анализировать, абстрагироваться и т.д.

При оценивании лабораторных работ учитывается умение составлять план выполнения работы, подготавливать лабораторную установку к проведению эксперимента, умение пользоваться лабораторным оборудованием, измерительными приборами, необходимыми для данного эксперимента (опыта), при-

менять теоретические знания на практике (при снятии показаний измерительных приборов, расчетах и выводах по результатам эксперимента), умение выбирать рациональные приемы выполнения лабораторной работы, а также умение определять погрешность измерения (в старших классах).

При выставлении отметок за четверть и полугодие следует исходить не из средней арифметической отметки за четверть (полугодие), а из фактических знаний и умений, которыми владеют ученики к моменту выставления итоговых оценок. Оценивание знаний должно стимулировать учащихся к учебе, особенно при повторении и обобщении, когда выделяется самое главное в теме (разделе) и формируются умения творчески применять знания в новой ситуации. Оценки итогового опроса или письменные работы по всей теме, как правило, более значимы, чем оценки при текущем опросе. Здесь требуется не только полнота знаний на уровне воспроизведения, но и умение их применять. При выставлении четвертных, полугодовых, годовых отметок необходимо учитывать и результаты наблюдения учителя за работой учащихся на протяжении всего периода.

При итоговой проверке успеваемости следует оценивать главное:

1. Знание важнейших экспериментальных фактов, основных понятий и положений теории, законов, правил, формул, общепринятых символов обозначения физических величин, единиц их измерения.

2. Умение применить знания для решения задач и объяснения физических явлений.

3. Умение проводить наблюдение, систематизировать и интерпретировать полученные результаты.

4. Умение планировать эксперименты для проверки теоретических выводов и измеряемых величин.

5. Умение делать выводы и обобщения.

6. Умение читать и строить графики и принципиальные схемы.

7. Умение подготовить лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов.

8. Умение пользоваться учебником и справочниками по физике и технике при поиске необходимой информации.

Нормы оценок при проверке знаний учащихся весьма условны и относительны. Несомненно, что при возрастании требований к подготовке учащихся увеличивается и строгость в ее оценивании.

В России принята пятибалльная система оценок. Хотя существуют и другие системы оценивания и сравнения успеваемости учащихся. Примерные нормы оценки знаний и умений учащихся указываются в программах по физике, которыми пользуется учитель.

Вместе с тем есть ряд общих требований к нормам пятибалльного оценивания знаний учащихся, которым нужно следовать при работе по любой программе и любому учебнику; их можно сформулировать лишь в самом общем виде.

### **Оценка ответов учащихся**

**Оценка 5** ставится в том случае, если учащийся показывает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, за-

конов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения; правильно выполняет чертежи, схемы и графики; строит ответ по собственному плану, сопровождает рассказ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации при выполнении практических заданий; может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов.

**Оценка 4** ставится, если ответ ученика удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку 5, но дан без использования собственного плана, новых примеров, без применения знаний в новой ситуации, без использования связей с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным при изучении других предметов; если учащийся допустил одну ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно или с небольшой помощью учителя.

**Оценка 3** ставится, если учащийся правильно понимает физическую сущность рассматриваемых явлений и закономерностей, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса физики, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении задач, требующих преобразования некоторых формул; допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более двух-трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов; допустил четыре или пять недочетов.

**Оценка 2** ставится, если учащийся не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы и допустил больше ошибок и недочетов, чем необходимо для оценки три.

**Оценка 1** ставится в том случае, если ученик не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

#### **Оценка письменных контрольных работ**

**Оценка 5** ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**Оценка 4** ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**Оценка 3** ставится, если ученик правильно выполнил не менее  $\frac{2}{3}$  всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

**Оценка 2** ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее  $\frac{2}{3}$  всей работы.

**Оценка 1** ставится, если ученик совсем не выполнил ни одного задания.

#### **Оценка лабораторных работ**

**Оценка 5** ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измере-

ний; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

**Оценка 4** ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

**Оценка 3** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

**Оценка 2** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

**Оценка 1** ставится, если учащийся совсем не выполнил работу.

Во всех случаях оценка снижается, если ученик не соблюдал требований правил безопасного труда.

### **Перечень ошибок**

#### *Грубые ошибки:*

1. Незнание определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, общепринятых символов обозначения физических величин, единиц их измерения.

2. Неумение выделять в ответе главное.

3. Неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений; неправильно сформулированные вопросы задачи или неверные объяснения хода ее решения; незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенным в классе; ошибки, показывающие неправильное понимание условия задачи или неправильное истолкование решения.

4. Неумение читать и строить графики и принципиальные схемы.

5. Неумение подготовить к работе установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов.

6. Небрежное отношение к лабораторному оборудованию и измерительным приборам.

7. Неумение определить показание измерительного прибора.

8. Нарушение требований правил безопасного труда при выполнении эксперимента.

#### *Негрубые ошибки:*

1. Неточности формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванные неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия; ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта или измерений.

2. Ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах; неточности чертежей, графиков, схем.

3. Пропуск или неточное написание наименований единиц физических величин.

4. Нерациональный выбор хода решения.

### *Недочеты:*

1. Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычислений, преобразований и решений задач.
2. Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.
3. Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
4. Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.
5. Орфографические и пунктуационные ошибки.

При оценивании письменных работ учитель может поставить ученику отметку выше той, которая предусмотрена нормами, если в работе виден верный и оригинальный замысел даже при наличии в ней ошибок и недочетов.

При оценивании лабораторных и практических работ следует придерживаться соответствующих рекомендаций программы. В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный и наиболее рациональный подход к выполнению работы, но не избежал тех или иных недостатков, отметка по усмотрению учителя может быть повышена по сравнению с указанными в программе нормами.

В некоторых случаях прибегают к формализации оценивания учебных успехов школьника. Для этого, например, определяют и сравнивают объем успешно выполненной идентичной работы в процентах по отношению к какой-то заранее определенной норме. Для того чтобы сравнивать неидентичные виды работы, иногда прибегают к «весовым коэффициентам». Для этого приписывают цифровое значение наиболее важной части работы и путем экспертной оценки определяют «весовые коэффициенты» в десятичных дробях всех других ее частей. Далее соответственно принятым нормам по набранному числу очков ставят оценки в баллах. Понятно, что при такой формализации субъективность оценивания в баллах не преодолевается. Она лишь скрывается в числах, которые получаются за счет применения субъективных «весовых коэффициентов». Правда при этом повышается объективность сравнения того или иного вида деятельности с принятой нормой, поскольку для сравнения взята одна и та же формальная процедура. Важным достоинством такого подхода к оцениванию результатов обучения школьников является расширение пределов оценивания и возможность более дифференцированного подхода к оценке учебной деятельности школьников.

Наиболее распространенной формализованной проверкой успеваемости школьников является тестирование, где каждый элемент системы, дидактическая единица проверяется специальным заданием. Иногда удается формализовать и комплексную проверку знаний путем разного рода письменных работ, например, по решению задач. Для этого при проверке письменных работ прибегают к их поэлементному анализу и оцениванию каждого элемента в баллах.

Достаточно эффективным средством оценивания успехов школьников в изучении физики является рейтинговая оценка их учебной деятельности.

### Применение тестов с выбором ответа.

Объективная оценка учебных достижений осуществляется посредством процедуры тестирования, при которой все учащиеся находятся в одинаковых условиях. Используются одинаковые по свойствам, но различные варианты из-

мерительных материалов. Составленные тесты представляют собой совокупность сбалансированных тестовых заданий. Количество заданий в тесте по различным изучаемым текущим разделам естественнонаучных предметов пропорционально отражает основное содержание темы по учебной дисциплине: включает основные формулы и определения, основные понятия, законы и символы, а также термины. Кроме того, при определении количества заданий учитывается продолжительность урока (время проведения тестирования) и средний временной норматив, отводимый Центром тестирования на одно задание. Использование тестовых заданий различных трудностей должно обеспечивать равно сложность различных вариантов тестов.

Тестирование позволяет выяснить те вопросы в соответствующих разделах учебной дисциплины, которые на данный момент вызывают трудности у учащихся, направить работу учителя на устранение пробелов, показанных в результате анализа результатов тестового контроля.

Тестирование позволяет оценить уровень подготовленности учащихся по 100-балльной шкале с учетом трудности и дифференцирующей силы верно и неверно выполненных заданий. Тестируемые заранее извещаются о том, что число верно и неверно выполненных заданий неоднозначно определяет его тестовый балл, а количество верно и неверно выполненных заданий могут значительно повлиять на оценку результатов тестирования и рейтинг учащегося.

Так, если в тестировании принимают участие  $n$  учащихся, а число заданий в тесте равно  $N$ , то число баллов за верный ответ в тестовом задании  $b_i$  рассчитывается по формуле:

$$b_i = n \cdot \frac{a_i}{\sum_{i=1}^N a_i}; \quad \alpha(\% \text{ верных ответов}) = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^N a_i}{n \cdot N} \right) \cdot 100\% , \quad (1)$$

где  $a_i$  – число неверных ответов по заданию  $i$ .

Рейтинг учащегося в данном испытании рассчитывается как сумма баллов за верные ответы:

$$P = \sum b_i , \quad (2)$$

а расчет по 100-балльной шкале ведется по формуле:

$$c_i(\text{число баллов}) = \frac{100}{n} \cdot P . \quad (3)$$

*Например, пусть в тестировании по теме «Электродинамика» принимало участие 64 учащихся 11-х классов ( $n = 64$ ). По результатам тестирования подсчитываем количество неверных  $a_i$  ответов, а по формуле (1) определяем число баллов за верный ответ задания в тесте  $b_i$ .*

По формулам (1)-(3) определяем количество баллов за верный ответ  $b_i$ , процент верных ответов  $\alpha$  и результат по 100-балльной шкале  $c_i$ :  $n = 64$ ;  $\alpha = 42\%$ ;

Таблица 1

Рейтинг, процент решенных заданий и регистрация правильно (+) и неправильно (-) решенных заданий в 11-х классах в тестах «Электродинамика». N - номер задания в тесте; P – рейтинг; X – результат по 100-балльной шкале; % - процент решенных заданий

| № | фамилия    | Номер задания в тесте |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|------------|-----------------------|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |            | P                     | X  | %  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Учащийся А | 18                    | 28 | 34 | - | + | - | + | - | - | + | - | - |
| 2 | Учащийся В | 40                    | 62 | 67 | + | - | + | + | - | + | + | - | + |
|   | .....      |                       |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | Учащийся Х | 50                    | 78 | 78 | + | + | - | + | - | + | + | + | + |
|   | Учащийся Y | 29                    | 45 | 34 | - | - | - | + | + | + | - | - | - |
|   | Учащийся Z | 25                    | 39 | 34 | - | + | - | + | - | + | - | - | - |

Суммируя баллы для каждого участника тестирования за правильный ответ на соответствующее задание, получаем *рейтинг* учащегося ( $P$ ) (формула 2) в данном испытании среди общего числа участников. Максимальный рейтинг равен числу участников, то есть в нашем примере – 64. Максимальный балл по 100-балльной шкале равен 100.

Тестирование имеет очень важную воспитательную ценность – использование тестовых учебных достижений позволяет объективно оценить уровень знаний учащихся, расширить рамки оценивания результата. Кроме традиционных 2, 3, 4, 5 баллов получить более детальную градацию оценивания подготовленности тестируемых. Выполнение тестовых заданий позволяет учащимся определить свое место (рейтинг) среди группы учащихся классов в параллели (в классе), участвующих в тестировании.

Рейтинговая оценка учебной деятельности учащихся помогает школьникам объективно оценить свои возможности на данном этапе обучения предмету, увидеть свое положение среди сокурсников, стимулирует обучающихся к устранению своих пробелов в знании конкретных вопросов учебного предмета. Тестирование позволяет школьникам правильно оценивать свои собственные успехи в овладении учебным материалом, воспитывать в себе волю, настойчивость в преодолении трудностей, ответственность и трудолюбие, умение выходить победителем в конкурентной борьбе.

Тест позволяет получить весьма информативный результат проверки благодаря тому, что множество вопросов и задач позволяет охватить содержание большого объема изученного материала. Кроме того, задания в тесте могут требовать от ученика применения разных мыслительных операций и разного уров-

ня сложности, то есть проявить определенные познавательные или конструкторские творческие способности.

Сравнительные исследования помогают понять причины наблюдаемых различий в успеваемости школьников. Такие исследования позволяют выявить корреляционные связи успеваемости с такими, например, факторами, как учебный план, затраченное время на обучение, программы, учебники, социальное положение родителей и т.д. Тестовые исследования помогают определить, какие из исследуемых факторов влияют в наибольшей степени на успеваемость, какие – в меньшей или не влияют вовсе.

Достоинства тестового метода контроля, такие как оперативная проверка полноты знаний и умений, развитие способностей учащихся на данном этапе имеют ценность при возможности обоснованного перевода количества правильных ответов на вопросы теста в оценку по пятибалльной шкале, принятой в нашей школьной системе оценивания знаний и умений школьников.

Например, каждый тест содержит 30 вопросов. В начале теста предлагается 9-10 вопросов на проверку знаний основных физических понятий, явлений, физических величин и единиц их измерения, формулировок физических законов, формул для вычисления физических величин. В середине теста предлагается 10-12 вопросов на применение знаний в знакомой ситуации, на выполнение простых вычислений и решение задач по известному образцу. Первая и вторая части теста вместе составляют обязательную часть теста из 20-21 вопроса. В конце теста предлагается 9-10 вопросов на применение знаний в измененной или незнакомой ситуации, на творческое применение знаний.

Для перевода количества правильных ответов на вопросы теста в оценку по пятибалльной шкале можно воспользоваться следующими критериями.

Как известно, при достижении уровня усвоения около 70% от общего объема знаний и умений, определяемых требованиями программы, учащийся может в дальнейшем успешно пополнять и развивать полученные знания. Поэтому уровень 70% от числа вопросов на проверку знаний и умений на уровнях узнавания, воспроизведения и применения знаний в знакомой ситуации можно принять за нижнюю границу для оценки «удовлетворительно», или 3 балла. Ниже 70% правильных ответов на обязательную часть оценивается неудовлетворительными оценками в 1 и 2 балла. Оценку «хорошо», или 4 балла, можно выставлять за полное выполнение обязательной части теста или за общее число правильных ответов, примерно соответствующее числу вопросов в обязательной части теста. За допустимое можно принять отклонение примерно 10%. Оценке «отлично», или 5 баллам, в таком случае соответствует результат с превышением числа правильных ответов над числом вопросов в обязательной части теста. В таком случае оценка 5 баллов выставляется при полном овладении учебным материалом в соответствии с требованиями учебной программы на уровнях узнавания, воспроизведения и применения знаний в знакомой ситуации и обнаружении способности успешно применять полученные знания в незнакомой ситуации, способности творческого применения знаний при решении задач по физике.

Для перевода числа правильных ответов на вопросы одного теста в оценку по пятибалльной шкале далее можно пользоваться следующей шкалой.

Таблица 2

Перевод числа правильных ответов на вопросы одного теста в оценку по пятибалльной шкале

|                          |     |      |       |       |       |
|--------------------------|-----|------|-------|-------|-------|
| Число правильных ответов | 0-6 | 7-12 | 13-17 | 18-22 | 23-30 |
| Оценка в баллах          | 1   | 2    | 3     | 4     | 5     |

Итоги тестовой проверки позволяют выполнить анализ успешности усвоения основных элементов знаний и приобретения умений всеми учащимися класса (параллели). На основе поэлементного анализа можно по одним элементам знаний провести дополнительную работу со всем классом, по другим элементам знаний дать индивидуальные задания отдельным учащимся.

**Тест**, как и всякая письменная контрольная работа, по которой делается вывод об учебных успехах ученика, должен обладать тремя качествами: *валидностью, надежностью и объективностью*.

*Валидность теста* – это качество, которое обозначает его пригодность для измерения того свойства (в данном случае, уровня подготовленности по физике), для измерения которого он предназначен. Образно говоря, нельзя портновским сантиметром измерять температуру тела. Для этого нужен термометр. Валидность тестов для определения уровня подготовки школьников по физике можно установить либо экспертно (гипотетически), либо на основе их практической проверки и реальной подготовленности ученика. Если этого соответствия нет, то тест не является валидным. Знание понятий, физических величин и законов нередко бывает формальным, когда ученик не в состоянии дать простого объяснения явления или не может решить задачи. И наоборот, ученик бойко решающий все задачи подряд, обнаруживает иногда непонимание элементарных явлений, не имеет представления о том, откуда взялась формула, которую школьник использовал при решении задачи. Эти сложности нужно иметь в виду при разработке не только тестов с выбором ответа, но и всех письменных проверочных работ.

*Надежность теста* – это качество состоит в том, что при достаточно большой случайной выборке школьников данного коллектива применение его будет давать один и тот же результат. Надежность теста – условие, которое необходимо для его валидности. Хотя понятно, что если тест надежен, то это еще не означает, что он обладает валидностью. Надежность теста может быть достоверно установлена только на практике.

*Объективность теста* – это качество, которое обеспечивает получение однозначного результата независимо от того, кто проводит испытание, то есть от субъективных взглядов и суждений экзаменатора. Объективность больше относится не к содержанию тестовых заданий, а к инструкции по применению теста и оцениванию результатов испытания. Для всех испытуемых должны

быть созданы одинаковые условия, такие, как ознакомление с техникой выполнения теста, одинаковое для всех время на выполнение работы, возможности самопроверки ответов, их исправления и т.д. Для объективной оценки испытуемых учащихся особенно важно нормирование теста. Оно достигается путем сравнения результатов испытания с какой-то выбранной для всех одинаковой «нормой». Оценивание результатов выполнения тестов проводится либо в сравнении со средним результатом, полученным при тестировании всей исследуемой популяции, либо в сравнении с требуемым результатом, который обозначен до проведения исследования.

В первом случае содержание заданий теста разрабатывается соответственно изучаемому материалу (например, по Механике для учащихся IX класса) и нормируется, то есть по каждому заданию определяется средний результат его успешного выполнения при тестировании всей совокупности испытуемых. Результаты проверки испытуемого ученики, класса и т.п. получают в сравнении со средним числом – с «нормой».

Альтернативный вариант измерения – «критериальный» - получается в результате сравнения с ожидаемой или требуемой успешностью. В том и другом случае результат сравнения обычно выражается либо процентом, либо десятичной дробью (долей). Например, за один урок ученик выполнил 15 заданий из требуемых 20-ти заданий. Его успешность 75% (0,75). С заданием №8 справилось 17 учащихся из 25 в классе. Успешность выполнения задания 68% (0,68).

Понятно, что целесообразность оценки по той или иной системе определяется целью проверки. «Нормированная» оценка показывает успешность по отношению к среднему результату всего множества испытуемых, то есть характеризует качество работы ученика. Например, для 13-летних школьников бывшего СССР в международном исследовании 1990/91 учебного года общий коэффициент успешности по естествознанию составил 0,71 при международной «норме» IAEP (The International Assessment of Educational Progress, Международное оценивание образовательного прогресса) – 0,67.

«Критериальная» оценка в значительной мере характеризует качество учебного процесса (работу учителя, методику, учебник и т.д.). Она показывает, какую часть фактически освоил ученик из того материала, который предлагался для изучения. Например, при массовой проверке учащихся 9 класса в 1977 г. в школах СССР оказалось, что формулу Кулона знают 79% учащихся, смысл понятия электроемкости могут раскрыть лишь 48% испытуемых. Эта критериальная оценка, если заранее предполагается, что все учащиеся должны правильно отвечать на заданные вопросы. Но эти же оценки 79% и 48% можно принять за «норму» при оценивании одного ученика класса или отдельной школы. Естественно, что при этом получатся разные результаты, и, например, 0,75 и 0,91, или 1,2 и 1,4 и др.

Любой тест может служить как для нормированной оценки, так и для критериальной оценки. Все зависит от того, с чем сравнивается результат. Понятно, что при оценке работ учащихся при массовой проверке приходится в каждом отдельном случае договариваться о «нормах». Обычно за «норму» берется

средний результат применительно к достаточно большому региону, городу или области, где проводится массовая проверка.

Сопоставление качества знаний, уровня развития способностей, содержания предмета и методов обучения позволило установить их тесную взаимосвязь. Исследование корреляционных связей успеваемости учащихся по физике с факторами, характеризующими процесс обучения в разных странах, показало, что нет простого алгоритма для достижения успеха в обучении. Ни уровень государственного финансирования школ, ни степень урбанизации страны, ни наполняемость классов прямо не определяют качество обучения. Все исследуемые факторы растворяются в контексте национальных культур и традиций сравниваемых стран. Хотя конечно есть общие тенденции для всех стран и они выяснены. Эти вопросы выходят за рамки нашего курса и являются темой отдельных исследований и учебных курсов по педагогике, методики преподавания и обучения физике и других дисциплин психолого-педагогического блока. Однако, ради интереса, укажем некоторые наиболее существенные тенденции для всех стран:

- среди участников исследования с лучшими результатами преобладают страны с высокой степенью централизации управления государственной системы образования;

- качество образования в странах не зависит от региона, но различно в городских и сельских школах (в городах лучше);

- в странах с высокой успеваемостью при обучении детей не делят на группы по способностям;

- по естествознанию мальчики учатся более успешно, чем девочки, хотя и те, и другие считают для себя эти предметы одинаково важными;

- почти во всех странах на подготовку домашних заданий по естествознанию дети тратят не более чем по одному часу в неделю;

- дети, говорящие дома на другом языке, нежели в школе, показывают лучшие успехи в знаниях и способностях;

- дети из больших семей (три и более ребенка в семье) учатся хуже, чем из небольших семей (один-два ребенка);

- наличие в семье собственной библиотеки способствует успеху;

- просмотр телевизионных программ до двух часов в день помогает, а свыше четырех-пяти часов – мешает учебе;

- степень оснащенности школ калькуляторами и компьютерами прямо не влияет на результат тестирования.

Подчеркнем, что речь идет здесь о среднем результате по стране, а не о конкретных школах, учителях, учащихся и их семьях.

Наряду с общими для всех стран тенденциями были выяснены особенности систем образования каждой страны в отдельности.

Коротко обозначим ряд основных недостатков нашей системы образования, которые обнаружило сравнительное международное исследование.

Наши школьники среднего возраста запаздывают с изучением некоторой части материала, который является важным для повседневной жизни и для интеллектуального развития. Речь идет, в частности, об анализе и представлении

числовых опытных данных в виде таблиц, процентов, круговых и столбиковых диаграмм, которым в школьных учебниках не уделяется должного внимания.

Успехи наших школьников значительно выше, когда требуется простое воспроизведение учебного материала, и ниже, когда требуется самостоятельно проанализировать физическое явление, решить задачу или провести лабораторное исследование.

Оторванность изучаемых предметов от применения их в повседневной жизни приводит нередко к формализму в знаниях. При решении задач школьники склонны руководствоваться формальными правилами безотносительно к их конкретным условиям. Это относится, например, к решению задач, требующих учета погрешностей и приближенных вычислений.

Иногда в программах основной упор делается на научные достижения. При этом методология науки бывает представлена слабо, не предусматривается учебная деятельность для проверки таких умений, как исследование незнакомого явления, формулировка проблемы, выбор эксперимента для проверки гипотезы и т.д. Между тем современный международный стандарт требует овладения не только знаниями науки, но и методами их самостоятельного приобретения.

С другой стороны, наши школьники показывают весьма высокие результаты в выполнении таких заданий, как:

- определение агрегатного состояния вещества по описанию характера движения молекул;
- чтение графиков тепловых и механических процессов;
- предсказание изменения характеристик вещества при переходе из одного состояния в другое и т.д.

Успех этот предопределен достижениями отечественной методики преподавания физики. В отличие от старого традиционного курса, который в средних классах строился исключительно на основе феноменологии, наши школьники сегодня начинают изучение предмета с первоначальных теоретических сведений и строения и движения вещества. Такое изменение содержания предмета позволило существенно изменить методы обучения. Репродуктивное описание свойств, процессов и явлений сменилось их теоретическим обоснованием, объяснением, предвидением, применением для практики. Методика развития способностей и их оценки строится на организации и контроле мыслительной деятельности учащихся, характерной для творчества, а именно:

- выдвижение проблемы на основе анализа данных;
- интуитивное выдвижение гипотезы;
- интерпретация явлений;
- прогноз, теоретическое предвидение;
- экспериментальная проверка и применение теории.

Для построения такой методики необходимо адекватное содержание учебного предмета, то есть нужна не только феноменология явлений, но и теоретическая концепция их механизма. Там, где это есть, возможно не только обогащение памяти, но и развитие способностей.

Все эти отмеченные выше моменты следует иметь в виду, когда речь идет об усовершенствовании программ, учебников, методики обучения и оценки учебных достижений учащихся.

Поэлементный анализ письменных работ учащихся. Письменные контрольные работы требуют большей самостоятельности от ученика и могут дать более надежные результаты проверки, чем тесты с выбором ответа, но они охватывают по объему меньше изученного материала, имеют большую временную емкость и требуют больше времени для получения и анализа контрольного результата. Кроме того, решение задач требует интегрирования знаний и по конечному результату выполнения работы бывает трудно расчленить, что хорошо усвоено учащимися, а что усвоено ими недостаточно. Чтобы преодолеть этот недостаток, применяют *поэлементный анализ*. Он позволяет намного улучшить информативность и объективность проверки знаний и умений каждого отдельного ученика и класса в целом.

*Поэлементный анализ* – процедура расчленения письменных ответов учащихся на законченные по смыслу части – элементы, которые при обозначенных целях анализа должны быть наименьшими. Иногда, при анализе деятельности школьников в классе под элементом понимают наименьшую часть информации о деятельности ученика (рассказ, объяснение, выполнение лабораторной работы, решение задачи у доски или на месте и т.д.).

При использовании в качестве контролирующего и оценивающего приема поэлементного анализа письменных работ учащихся после составления текстов проверочных заданий, контрольных и лабораторных работ, на каждый шаг задания разрабатывается образец (вариант) предполагаемого ответа учащегося, который разбивается на составляющие его элементы, каждый из которых оценивается, например, определенным числом баллов (коэффициентом, набором каких-либо других оценивающих элементов, символов и др.). Все элементы предполагаемого ответа заносятся в таблицу-схему анализа контрольной работы для каждого варианта. Этот документ может иметь название, например,

Содержание этапов решения и оценки задачи. Схема анализа позволяет наглядно и удобно представить результаты контрольной работы каждого ученика и класса в целом. При этом внешний вид и расположение частей схемы, компоновка результатов оценивания письменной работы может быть различной, произвольной, на усмотрение учителя, осуществляющего контроль и оценку учебных достижений школьников. Например, вариант схемы-анализа контрольной работы для учащихся 8 класса, состоящей из трех задач:

#### Вариант № 11

1. *Определите массу чугунной отливки в форме прямоугольного параллелепипеда, если известны его ребра:  $A = 3$  см,  $B = 4$  см,  $C = 5$  см. Плотность чугуна равна  $7000 \text{ кг/м}^3$ .*

2. *Определите плотность машинного масла, если 4 литра его имеют массу 3,6 кг.*

3. *На одну чашку рычажных весов поместили брусок из латуни, на другую – из чугуна. Весы оказались уравновешенными. Объем какого бруска больше? Плотность латуни  $8500 \text{ кг/м}^3$ .*

Результаты анализа контрольной работы представляются таблицей. В таблице по горизонтали записываются фамилии учеников и против каждой из них под каждым элементом ответа в вертикальном столбце ставится знак «+», если ученик ответил на этот элемент правильно, и знак «-», если ничего не ответил, или ответил неправильно.

Затем подводится итог по каждому ученику и характеризуется его успеваемость по проверенным вопросам. Далее осуществляется подсчет элементов по вертикали, результаты которого характеризуют усвоение того или иного элемента группой учащихся, отвечающих на данные вопросы.

Поэлементный метод анализа и оценивания ответов учащихся позволяет более детально и объективно выяснять и оценивать успеваемость учащихся, кроме того, он дает большую информацию о недочетах в знаниях и умениях, что позволяет учителю соответствующим образом корректировать учебный процесс.

Если одни и те же элементы повторяются во всех вариантах контрольной работы, то, подсчитывая правильные и неправильные ответы на каждый элемент, можно выяснить степень их усвоения одним классом или, если учитель ведет несколько классов в параллели, всеми учащимися проверяемых классов.

При оценке знаний можно допустить, что все элементы равнозначны. Такое огрубление дает возможность количественно измерить знания учащихся и более объективно, то есть формализовано, подойти к их оцениванию по числу правильных элементов в ответе.

Если учитель работает в нескольких параллельных классах или является руководителем методического объединения, то иногда для него главным в контроле является не выявление знаний конкретного ученика, а усвоение того или иного вопроса программы (элемента содержания обучения) большим числом учащихся.

В этом случае на основе первичного анализа выполнения контрольной работы каждым учеником составляется таблица 3, в которой учитывается число правильных и неправильных ответов на каждый элемент из общего числа ответов. Все элементы знаний из ответов учащихся последовательно вносятся в таблицу 3.

Таблица 3

Итоговая таблица для оценивания уровня знаний учащихся  
по конкретному проверяемому элементу

| № | Элементы знаний | № варианта с элементами | Число отвечающих | Число верных ответов | Процент верных ответов, % |
|---|-----------------|-------------------------|------------------|----------------------|---------------------------|
|   |                 |                         |                  |                      |                           |
|   |                 |                         |                  |                      |                           |

Учет успешности овладения каждым элементом может идти по отдельным вопросам варианта, по нескольким вариантам, по всей работе в целом. Это зависит от цели проведения работы и ее анализа. Отношение числа учащихся, правильно ответивших на данный элемент задания, к числу учащихся, отвечавших на него, является показателем усвоения этого элемента всеми учащимися. Этот показатель, очевидно, изменяется от 0 до 1.

#### Критерии оценки результатов экспертизы.

Внедрение рейтинговой оценки учебной деятельности учащихся является серьезным вкладом в разработку современных технологий образования, в решение общей проблемы мониторинга качества обучения школьников. Такая работа, например, проводилась в течение 10-ти лет в Лицее при МаГУ, где основным направлением методической работы учебного заведения является *«Разработка и внедрение системы мониторинга качества образования учащихся»*. В основу положены методические рекомендации ГМЦ, научно-практических семинаров, Программ и правил для поступающих в ВУЗЫ и документы и комментарии к Единому Государственному Экзамену.

По результатам учебного года проводилась оценка учебной деятельности школьников по физике Лицея при МаГУ на основе «Критериев оценки результатов экспертизы», разработанных педагогическим коллективом Лицея МаГУ. Результаты этой работы анализировались и учитывались при работе в течение учебного года.

Например, для количественной оценки анализа успешности усвоения основных элементов знаний и приобретения умений и навыков учащимися класса, параллели, школы, использовались показатели, обоснованные всем опытом работы педагогического коллектива:

для абсолютного показателя

50-69% – критический уровень

70-89% - достаточный уровень

90-100% - оптимальный уровень

для качественного показателя

0-24% - недопустимый уровень

25-49% - критический уровень

50-74% - достаточный уровень

75-100% - оптимальный уровень

средний балл

более 4,4 – оптимальный уровень

3,5-4,4 – достаточный уровень

2,5-3,4 – критический уровень

ниже 2,5 – недопустимый уровень

степень обученности

0-35% - недопустимый уровень обученности

36-63% – минимальный уровень обученности

64-89% - достаточная степень обученности

90-100% - высокая степень обученности

Средний балл:

$$СБ = \frac{5 \times \text{число оц} + 4 \times \text{число оц} + 3 \times \text{число оц} + 2 \times \text{число оц} + 1 \times \text{число оц}}{\text{Общее число учащихся}}$$

Степень обученности:

$$СО = \frac{\text{число "5"} \times 100 + \text{число "4"} \times 64 + \text{число "3"} \times 36 + \text{число "2"} \times 24}{\text{Общее число учащихся}}$$

Использование компьютера для проверки знаний учащихся. В широком диапазоне применения компьютера в обучении проверка знаний учащихся с помощью компьютера занимает определенное место и дает ряд преимуществ в сравнении с обычными методами.

Одно из преимуществ компьютера – способность быстро и оперативно реагировать на каждый ответ учащегося и передавать его результат (при наличии в классе локальной сети) на дисплей учителя.

Компьютер может быть использован для осуществления диагностической функции, позволяющей учителю не только выявить знания или незнания, но и установить их причины. Это осуществляется с помощью структуры программного обеспечения, которая может быть разветвленной, включающей в себя не только вопросы, требующие от ученика ответа «да» или «нет» или вывода однозначного цифрового значения, но и вопросы, требующие от ученика конструирования вариативных ответов. Обратная связь такой программы должна быть направлена на выявление причин недостатков в знаниях учащегося. Основой для разработки программного обеспечения диагностического типа могут являться наиболее вероятные предположения о причинах недостатков в знаниях учащихся.

В программах контролирующего типа ввод ответов учащихся в ЭВМ осуществляется либо с помощью метода альтернативных ответов, при котором предлагается выбрать правильный ответ, при котором предлагается выбрать правильный ответ из нескольких вариантов; либо метода свободно конструируемых ответов, при котором учащемуся предлагается ввести ответ в символическом виде: числом или словом. Пример реализации первого метода показан на Рисунке 1 в виде блок-схемы.

В программах контролирующего типа может быть реализована как оперативная обратная связь, непосредственно следующая за вводом в ЭВМ ответа учащегося, так и отсроченная, при которой сообщение ученику о правильности ответа выдается либо после завершения определенного этапа работы с программой, либо в самом конце его работы. Сообщение о правильности введенных в ЭВМ ответов может в простейшем случае содержать перечисление номеров правильных и неправильных ответов, с их оценкой или без нее, с суммой баллов за решение конкретной задачи или серии задач. Вместе с тем может быть дан содержательный анализ ответов с выявлением причин неудач и предложением способа устранения выявленных пробелов в знаниях учащихся.

Например, результаты решения серии задач по теме или разделу курса физики могут быть представлены на экране дисплея учащегося следующим образом:

*Контрольная работа 2*

Тема: Электрические явления (45 заданий)

- Молодец! Выполнено правильно 39 заданий.
- 6 неверно решенных заданий по теме «Электрическое сопротивление проводников»
- Повторите §§ 43, 45 учебника
- Сделано несколько ошибок на расчет сопротивления проводника
- Обратите внимание на наименование удельного сопротивления проводника
- Номера заданий, в которых вы допустили ошибки: 21, 22, 24, 43, 44.

Аналогично, может быть получена информация об усвоении теоретических вопросов или отдельных тем курса.

Среди разнообразных программ контролирующего типа, которые может использовать учитель, наиболее простыми являются программы, при составлении которых можно воспользоваться готовыми заданиями с выбором ответа. Ясно, что эффективность применения компьютера для учета и оценки знаний и умений учащихся на уроках физики определяется качеством программного обеспечения.

Очевидно, что многие программные обеспечения сложны, однако качественные программы для учителя физики представляют большой интерес, так как они позволяют получить информацию как о каждом ученике, так и о классе в целом, о темпе и уровне усвоения изучаемого материала. Оперативность получения информации об уровне подготовленности учащихся по проверяемой теме и оценивание этого уровня с помощью компьютера, пожалуй, самые высокоскоростные из всех существующих методов контроля и оценки.

Качество выполнения работы оценивается сразу, по окончании работы, по числу верных ответов. По окончании работы каждого ученика на экран его дисплея выдаются номера верных и неверных ответов и оценка за работу, которая выставляется на основе заложенных в программу норм оценок.

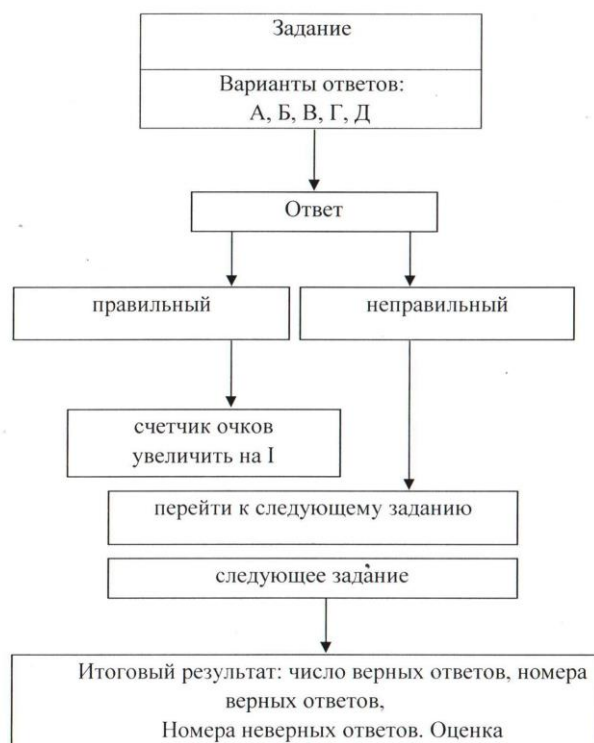


Рис. 2.1. Блок-схема программ

При наличии в классе локальной сети, объединяющей ученические компьютеры с ЭВМ учителя, результаты работы учащихся могут передаваться на дисплей учителя либо по ходу выполнения каждого задания, либо по мере завершения каждым учеником работы над программой. Итоговая информация о состоянии знаний каждого учащегося может быть сохранена: записана на диск или распечатана для индивидуальной дальнейшей работы и для выявления динамики состояния знаний учащихся.

#### Особенности проверки и оценки выполнения лабораторных работ.

Проверке и оценке выполнения фронтальных лабораторных работ и работ физического практикума необходимо уделять особое внимание, так как именно эти виды самостоятельного эксперимента формируют практические умения школьников в обращении с приборами и постановке различных опытов.

Трудность реализации таких принципов проверки, как индивидуальность, объективность, систематичность по отношению к лабораторным работам, связана с рядом особенностей этого рода учебной деятельности учащихся.

Эти особенности, с одной стороны, обусловлены сущностью экспериментального метода, в котором теоретические знания и практические умения связаны неразрывно. И, следовательно, в ходе выполнения лабораторной работы обнаруживается подготовленность или неподготовленность ученика к ее выполнению. С другой стороны, выполнение лабораторных работ обусловлено коллективным характером деятельности учащихся (минимум двух человек) на одном комплекте оборудования. Это затрудняет индивидуализацию оценки учебной деятельности учащихся и конечных результатов.

Поэтому проверка и оценка теоретических знаний, связанных с лабораторной работой, может быть проведена заранее с помощью дидактических материалов, средств и методов, применяемых при письменной проверке знаний. При этом следует обращать внимание на проверку знаний теоретических положений, необходимых для выполнения работы, знания порядка ее выполнения, элементов планирования эксперимента, методов и способов измерения физических величин, вопросов обработки результатов измерений. Такой материал проверяется в процессе подготовки к лабораторной работе. Предварительно можно провести кратковременную самостоятельную работу. Например, для работы по определению коэффициента трения (9 класс) могут быть включены 2-3 вопроса следующего типа:

*Какие методы измерения коэффициента трения вам известны?*

*Какие физические величины необходимо измерить, чтобы вычислить коэффициент трения скольжения?*

*От чего зависит коэффициент трения скольжения?*

*Точность измерения какой физической величины в наибольшей степени влияет на результат этой работы?*

Нередко учителя на уроках используют дидактический материал на темы физического эксперимента. Например, изображена электрическая цепь: по данным рисунка требуется рассчитать силу тока в цепи и т.п. Такой материал полезен. Однако работа с ним ни в какой мере не эквивалентна реальной лабораторной работе и ее заменить не может.

В последнее время учителя все чаще используют виртуальные лабораторные работы, выполнение которых осуществляется с помощью компьютера и соответствующего программного обеспечения. При всей наглядности и полезности такого рода физического эксперимента не следует все же отказываться от выполнения реальных лабораторных работ. Виртуальные лабораторные работы играют очень важную роль в понимании происходящих экспериментальных событий, в первую очередь, благодаря своей наглядности и простоте выполнения. Однако результат таких работ будет более весомым, если параллельно выполняются реальные лабораторные работы.

Особенности экспериментального метода приводят к необходимости учитывать при оценке лабораторной работы глубину понимания учащимися физического смысла полученного результата, умение использовать результаты опытов в новой ситуации, знание других методов нахождения искомой физической величины. И в этом ракурсе виртуальные лабораторные работы играют исключительно положительную роль.

И все-таки при оценивании выполнения лабораторных работ, их результатов, акцент следует сделать на их практическую часть, поскольку эту часть не компенсируют никакие другие виды учебной работы.

Было бы большой ошибкой проверять и оценивать выполнение лабораторных работ лишь по отчету и качеству оформления работы, по выполнению упражнений практического содержания в виде задач. В процессе лабораторных исследований нужно проверять и оценивать знания и практические навыки и умения, необходимых для достижения результата работы. Именно эти практи-

ческие навыки и умения позволят учащимся хорошо ориентироваться в решении практических вопросов реальной жизни.

В число проверяемых умений и навыков входят:

- наблюдение и изучение физических свойств, процессов и явлений;
- изучение устройства и принципа действия приборов, установок, а также овладение приемами обращения с ними;
- измерение физических величин;
- исследование или проверка количественных отношений между физическими величинами;
- определение физических постоянных и знакомство с различными способами их измерений;
- конструирование и изготовление простейших технических устройств и приборов;
- изучение характеристик приборов, их возможностей, пределов измерения и инструментальных погрешностей.

При выполнении лабораторных работ оцениваются не только знания теоретических положений, но и следующие умения:

- а) описывать наблюдаемое явление (словесно и в виде рисунка, чертежа, схемы);
- б) планировать эксперимент;
- в) обращаться с физическими приборами;
- г) собирать лабораторные установки и проводить эксперименты;
- д) проводить необходимые расчеты и определять погрешности измерений;
- е) систематизировать экспериментальные данные в виде таблиц, графиков, диаграмм;
- ж) проводить анализ полученных результатов, делать выводы, обобщения и оформлять отчет о работе.

Такого рода успеваемость учащихся оценивается учителем по ходу работы. Фронтальный характер их деятельности затрудняет индивидуальную проверку и объективную оценку выполнения лабораторной работы.

Это можно преодолеть, выборочно проверяя отдельные элементы знаний каждого ученика, используя разные этапы работы в разное время в течение урока. Так, умения учащихся обращаться с приборами, собирать лабораторные установки и схемы, проводить измерения проверяются учителем непосредственно в ходе лабораторной работы при проверке сборки, включении установки, проведении измерений. При этом если ученик за отведенное время выполнил лабораторную работу и получил результат, попадающий в доверительный интервал заранее обозначенный учителем (доверительный интервал значений измеряемой величины ограничивается максимальной погрешностью используемого метода измерения), то это позволяет судить о сформированности практических умений, проверяемых в данной работе.

К числу важнейших работ, прямо ориентированных на самостоятельное выполнение исследования и позволяющих систематически проверять сформированность практических умений учащихся IX-XI классов, следует отнести работы физического практикума. Осуществление контроля за ходом выполнения

работ практикума, их проверка и оценка представляют известную трудность для учителя. К числу наиболее распространенных приемов, используемых учителем при проверке и оценке, можно отнести следующие:

- а) наблюдение за ходом выполнения работ;
- б) индивидуальные беседы в ходе работы;
- в) устный зачет по группе работ;
- г) зачетное практическое занятие;
- д) письменный отчет, оформление хода и результатов работы в лабораторном журнале (тетради).

### **3. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕРКИ И ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ 7-8 КЛАССОВ**

Специфика обучения физике на первой ступени ее курса в средней школе (7-8 классы) определяется тем, что учащиеся впервые приступают к систематическому изучению основ науки физики. И вместе с общими для всего среднего образования целями и задачами для первой ступени актуальной является задача подготовки учащихся к дальнейшему продолжению образования по физике в средней школе, техникуме, профессиональном училище, а также подготовка учащихся к изучению других дисциплин естественнонаучного цикла – химии, биологии, математики.

Для решения этих задач необходимо вооружить учащихся знаниями определенной суммы фактов, физических понятий, величин (и единиц их измерения), законов; научить применять эти знания для объяснения явлений, встречающихся в природе, быту и технике; научить обращению с физическими приборами и измерительными инструментами, а также сформировать умения, позволяющие проверять или устанавливать некоторые закономерности путем самостоятельного лабораторного исследования.

В число основных задач преподавания физики также вошли задачи развития мышления учащихся, формирования умения самостоятельно приобретать знания, грамотно объяснять окружающий мир. И как следствие этого, необходимо:

Особенно тщательно проверять знания основных, стержневых вопросов курса. Их необходимо и более тщательно закреплять. Для этого следует усвоение основного материала проверять до конца изучения темы и курса, а контроль знаний вспомогательного материала постепенно уменьшать. Например, в 7 классе понятие масса вводится на основании изучения такого ряда вопросов:

1) сравниваются равномерное и неравномерное движения, затем выясняется причина, вызывающая изменение скорости движения, то есть взаимодействие;

2) проводится сравнение скоростей, приобретенных телами при взаимодействии;

3) вводится понятие массы.

В текущую проверку имеет смысл включать все эти вопросы, а в итоговой проверке основным объектом контроля должно быть усвоение понятия массы, ее единиц измерения и способов определения. Понятия плотности, массы, силы, вводимые в 7 классе, являются основным материалом, без их знания невозможно построить курс физики первой ступени.

Достаточно большое внимание следует уделять контролю знаний о строении вещества – как основному материалу, на котором строится современный курс физики первой ступени (это относится ко всем ступеням изучения строения вещества).

Ориентирование курса на развитие мышления учащихся, умений применять полученные знания для объяснения явлений, для самостоятельного пополнения знаний может осуществляться при их проверке в виде специальных тре-

бований к ответу учащегося, в котором должна быть показана не только полнота знаний, но и осознанность, понимание изученных закономерностей, умение объяснить на их основе теоретических знаний, в частности, знаний о строении вещества. Чтобы выявить такие качества ответа, следует, конечно, руководить опросом, задавать, если необходимо, дополнительные вопросы.

### **Текущий опрос учащихся**

К текущему опросу мы относим: устный опрос, кратковременные контрольные работы и лабораторные работы. Целесообразно использовать две формы устного опроса: ответ учащегося у доски и фронтальный опрос всего класса.

Первая форма позволяет выработать у учащегося умение связно, логично излагать материал и свои мысли, суждения, умозаключения. К этой форме опроса, контроля и оценивания предъявляются следующие требования:

- обязательно проводить его, но не затягивать, не превращать в зачет;
- тщательно готовить вопросы к нему, избегать формальных вопросов (например: что называется молекулой? Что такое рычаг? и др.), так как такие вопросы вызывают и формальные ответы;
- обеспечивать полное внимание класса к ответу вызванного учащегося, не отвлекать в это время класс на другие формы занятий (например, на работу с дидактическим материалом);
- выслушивать поправки, дополнения остальных учащихся к ответу;
- сначала ставить вопрос, а потом вызывать ученика, чтобы над ответом подумали все учащиеся;
- стремиться к тому, чтобы ученик в процессе ответа не только рассказывал содержание того или иного закона, опыта, факта, но и показывал, как применяются эти знания к решению определенных задач, которые перед ним ставит учитель, чтобы ученик сопровождал ответ необходимыми чертежами, рисунками и, по возможности, опытами.

В целях активизации учащихся и накопления оценок проводят фронтальный устный опрос. Можно рекомендовать при его проведении выставлять оценки сначала в тетрадь, а после накопления трех-четырех оценок – в журнал выставляется обобщенная оценка, отражающая выявленный уровень знаний по теме. Это делает фронтальный опрос равномерным, неслучайным.

Фронтальный опрос удобно проводить и в процессе объяснения нового материала (объяснить этап опыта, привести пример и др.), и при закреплении его.

Проверяя и оценивая знания и умения учащихся, удобно воспользоваться рассмотренной ранее классификацией уровней усвоения учебного материала. Если ученик при ответе показал знания на уровне простого воспроизведения, то следует задать ему вопросы, требующие знаний второго, третьего уровней усвоения, давая при этом время на обдумывание ответа.

Например, ученику предложено рассказать о диффузии. Если в ответе им было показано знание опыта по наблюдению диффузии и дано определение понятия, то такой ответ может быть оценен как удовлетворительный. Но затем

следует выяснить у ученика, какой вывод вытекает из опыта и как объяснить самопроизвольное перемешивание жидкостей на основе их молекулярного строения (второй уровень знания). Для проверки усвоения третьего уровня знаний можно предложить такой вопрос: «Если молоко не перемешивать, то постепенно оно отстоится, сливки расположатся сверху. В каком помещении – холодном или теплом – это произойдет быстрее?». Предполагаемый ответ: «Диффузия препятствует отделению сливок от молока, так как вследствие диффузии они перемешиваются. Чем медленнее происходит диффузия, тем быстрее отделяются сливки. Поэтому в холодном помещении молоко отстоится быстрее, чем в теплом, так как диффузия при низкой температуре из-за медленного движения молекул происходит медленнее, чем при высокой».

Другой пример. После того, как ученик рассказал об опыте Торричелли, ему может быть задан вопрос: «А если бы опыт был проделан с двумя трубками, узкой и широкой, какой бы результат был получен?», или «Для своего опыта Торричелли использовал ртуть. Почему он не воспользовался другой жидкостью?». Заметим, что для учащихся 7 класса эти вопросы далеко не просты, поэтому при ответе на них можно при выставлении оценки «5» можно ими и ограничиться.

Текущий опрос проводится, как правило, на каждом уроке по материалу прошлого урока и основным вопросам предыдущих тем. При этом для проверки первого уровня усвоения используют обычно вопросы, помещенные после соответствующих параграфов учебника (вопросы для самоконтроля учащихся).

В устный опрос полезно включать экспериментальные задачи, рассказы о наблюдениях, выполненных по заданию учителя или по инициативе самого ученика и др.

#### **Домашние экспериментальные задания, рассказы о наблюдениях, выполненных по заданию учителя или по инициативе самого ученика**

Эффективность усвоения знаний повышается при анализе окружающих природных явлений, технических объектов, а также при непосредственных ощущениях, восприятиях, представлениях, возникающих при контакте с реальным миром.

Для развития познавательной самостоятельности учащихся и овладения разнообразными физическими методами экспериментального исследования помимо лабораторных работ в классе можно проводить домашние экспериментальные исследования по заданию учителя, которые оформлять в виде отчета и проверять на уроке при устном опросе для оценивания уровня экспериментальной и наблюдательной подготовки школьников. Здесь система заданий может быть представлена заданиями двух типов:

1. Идентичные по тематике и методам выполнения фронтальные лабораторные работы, то есть имеющие те же цели и задачи, тот же порядок выполнения и аналогичный метод обработки результатов, полученных в эксперименте [12].

2. Адаптирующие теоретический материал учебника на окружающую природу и технику, на предметы быта и самого ученика как объекта физического исследования [11].

Задания обоих типов позволяют учащимся овладеть методологией экспериментального исследования: постановка задания, выработка способа его выполнения, планирование проведения эксперимента, представление результатов эксперимента в виде графиков, таблиц, математических зависимостей (аналитических выражений, формул) или словесного описания, а также защита полученных результатов перед коллективом класса и учителем. Примеры возможных домашних экспериментальных занятий и проблемы, на решение которых направлены эти задания, приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Примеры возможных домашних экспериментальных заданий, обеспечивающих развитие навыков решения экспериментальной физической проблемы

| Примеры домашних экспериментальных занятий                                                                                                                                                                                                         | Решаемые физические проблемы в процессе обучения                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                                                                                                                                                           |
| 1. Определите и запишите пределы измерения и цену деления мерных кружек, медицинского шприца, детских бутылочек для молока. Определите объем той посуды (кружки, стакана, тарелки), которой вы пользуетесь дома.                                   | Физическое осмысление личного опыта, приобретенного при обращении с предметами домашнего обихода (приборами, игрушками, инструментами, бытовой техникой).   |
| 2. Определите скорость движения автобуса (поезда), в котором вы едете, имея часы с секундной стрелкой и наблюдая за телеграфными или километровыми столбами, за мачтами электрического уличного освещения. (Расстояние между столбами равно 50 м). | Раскрытие (адаптация на конкретную реальность) функциональных зависимостей, выраженных в физических законах и формулах, путем измерения физических величин. |
| 3. Определите скорость истечения вода в виде капель из крана в единицах: число капель/минута                                                                                                                                                       | Универсализация понятия скорости, понимание возможности применения этой физической величины к любым природным процессам, протекающим во времени.            |
| 4. Определите функциональное назначение реостата в швейной машине или в вентиляторе, потенциометра (регулятора громкости) в телевизоре, радиоприемнике.                                                                                            | Осознание возможности управления физическими процессами на объектах бытовой техники в процессе приобретения физических знаний.                              |

| 1                                                                                                                                                                                                                                             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. По паспортным данным на баллоне электролампы определите силу тока, проходящего через нее. Пользуясь электрическим счетчиком и часами, объясните, почему не совпадают расчетные и экспериментальные результаты.                             | Формирование умений производить эквивалентные преобразования формул (уравнений), которые важны в повседневной практике. Например, изучая формулу мощности, $P = IU$ , целесообразно получить ее в виде $I = P/U$ , так как на практике важно знать силу тока (от нее зависит сечение проводов и предохранителей). |
| 6. Наблюдая за работой счетчика электроэнергии, можно обнаружить увеличение скорости вращения диска, уменьшение ее и даже остановку диска. Какие изменения нагрузки могли иметь место в каждом из этих случаев?                               | Функциональные зависимости можно изучать как при изменении внешних, так и внутренних параметров электрической цепи. (внешние параметры – работа подстанции, внутренние – бытовые электропотребители).                                                                                                             |
| 7. Определите мощность электрического прибора (утюга, электрической печи) с помощью счетчика электрической энергии и часов с секундной стрелкой. Сравните ее с паспортными данными этого прибора.                                             | Измерение параметров реальных объектов техники бытового назначения и проведение соответствующих расчетов. (Этот вид деятельности более полезен, чем решение задач с идеальными объектами).                                                                                                                        |
| 8. Объясните, почему картофель сварится быстрее, если при варке его добавить в воду масло (то есть на поверхности воды образуется масляная пленка). Проверьте на практике это явление.                                                        | Актуализация технических и технологических знаний, приближенных к условиям повседневной трудовой практики.                                                                                                                                                                                                        |
| 9. По параметрам, написанным на баллоне электрической лампы, определите номинальное сопротивление ее спирали. Измерьте омметром (авометром) сопротивление спирали и объясните причину несовпадения расчетных и экспериментальных результатов. | Самостоятельное распознавание физических величин по отношению к определенному физическому объекту в целях актуализации нового физического явления и его изучения.                                                                                                                                                 |

| 1                                                                                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. Как зависит экспозиция (выдержка) от диаметра (диафрагмы) отверстия объектива фотоаппарата?                                                                                        | Осознание и понимание физических явлений и законов в применении к объекту в целях приобретения навыков правильной его эксплуатации.                                                                                                                                                                                                                 |
| 11. Рассмотрите запаянные плавкие предохранители к электроприборам. Запишите предельные токи плавких вставок. Почему нельзя заменять калиброванные предохранители «жучками»?           | Формирование технического мышления при изучении бытовой техники, при профилактическом уходе или ремонте изделия. Осознание важности следовать указаниям к электроприборам, их маркировке как результату, полученному в результате лабораторных исследований и подтвержденному многократными испытаниями, обеспечивающему безопасную работу прибора. |
| 12. Разработайте схему для плавного включения и выключения света в квартире или в настольной лампе.                                                                                    | Формирование умений выдвижения идей по техническому воплощению изучаемых физических законов.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 13. В электрическом утюге, холодильнике, стиральной машине имеются устройства для автоматического их отключения и включения. Объясните с помощью родителей их назначение и устройство. | Обоснование (с точки зрения физики) применение тех или иных элементов автоматики в устройствах технического объекта.                                                                                                                                                                                                                                |

Систематическое выполнение домашних экспериментальных заданий логически увязывает теоретические знания с повседневным жизненным опытом учащихся, способствует осознанному переносу знаний из одной ситуации в другую, развивает познавательные способности, формирует техническое мышление при проектировании и изготовлении экспериментальных установок, приборов и приспособлений, развивает воображение и расширяет сферу применения знаний в процессе повседневного обращения к подсобным (подручным) средствам в целях проверки теоретических построений.

Формы проверки выполнения домашних экспериментальных заданий разнообразны: рассказ ученика на уроке, демонстрация изготовленного прибора и обсуждение его характеристик в классе, письменный отчет, защита того или иного проекта или самостоятельно выполненной конструкции перед одноклассниками. Положительные результаты непременно должны поощряться и оцениваться.

Кроме приведенных примеров, воспользуйтесь дидактическими материалами:

1. Антипин И.Г. Экспериментальные задачи по физике в 6-7 классах. – М.: Просвещение, 1974.
2. Малафеев Р.И. Творческие задания по физике в 6-7 классах. – М.: Просвещение, 1971.
3. Родина Н.А., Гутник Е.М., Кириллова И.Г. Самостоятельная работа по физике в 7-8 классах средней школы: Дидактический материал. Под ред. Н.А. Родиной. – М.: Просвещение, 1974.
4. Усова А.В., Вологодская З.А. Дидактический материал по физике для 6-7 классов. – М.: Просвещение, 1983.

### **Другие виды проверки успеваемости учащихся**

В систему проверки целесообразно, кроме устного опроса и домашних экспериментальных заданий, включать задания других типов: традиционные письменные работы, тесты с выбором ответов и свободно конструируемыми ответами, лабораторные работы. Каждый тип измерителей позволяет решать определенный круг задач. Традиционные письменные работы дают возможность проверить не только уровень овладения конкретными знаниями и умениями, но и обобщенными интеллектуальными умениями, такими, например, как умение грамотно и логично излагать свои мысли, обосновывать сделанный вывод, интегрировать знания по физике и математике при решении сложных задач. Тесты дают возможность за сравнительно небольшое время проверить усвоение значительного по объему материала при достаточно объективной оценке результатов их выполнения. Задания для проверки экспериментальных навыков предполагают непосредственную работу учащихся с физическим оборудованием кабинета.

При текущем опросе можно использовать кратковременные проверочные задания, рассчитанные на 15-20 минут, которые включают задачи и вопросы какого-нибудь одного вопроса темы (например, «Плотность» в теме «Взаимодействие тел»). В отличие от итоговой, такая работа проводится сразу после или во время урока, на котором этот вопрос изучается.

В процессе выполнения программных фронтальных лабораторных работ у учащихся формируются умения работы со следующими измерительными инструментами: секундомер, термометр, весы, мензурка, динамометр, амперметр, вольтметр, компас. С помощью этих приборов они производят прямые и косвенные измерения различных физических величин.

Массовая проверка экспериментальных умений и навыков учащихся, проведенная в различных странах, дает следующие результаты:

- 1) абсолютное большинство учащихся умеют производить измерения миллиметровой линейкой, секундомером, термометром, 80% правильно измеряют вес тела, силу трения скольжения, напряжение и силу тока;
- 2) правильно определяют цену деления шкалы мензурки 88%, линейки и термометра – 80%, динамометра – 72%;
- 3) верно определяют пределы измерения: мензурки – 80%, термометра – 76%, динамометра – 80%, амперметра и вольтметра – 88%;

4) абсолютное большинство учащихся удовлетворительно описывают устройство приборов и их назначение;

5) многие учащиеся испытывают затруднения при обработке и токовании результатов эксперимента: 65% учащихся верно рассчитывают давление воды на дно сосуда, 67% - объем воды, вытесненной телом, 50% - величину архимедовой силы при выяснении условия плавания тел в жидкости.

6)

#### **Оценивание умения работать с учебной литературой, ведения записей в рабочих тетрадях**

Кроме различного рода работ, работа с учебником играет не последнюю роль, и умение работать с учебной литературой, задачками, дидактическим материалом, умение вести конспект, записи в рабочей тетради при различных формах учебной деятельности – один из важнейших моментов в практике обучения школьников. Поэтому этот важный вид методической работы так же должен быть оценен учителем.

На уроке «Решение задач» контроль может быть осуществлен при просмотре работ по мере их выполнения во время или после урока, при этом можно оценивать как часть, так и целиком выполненное задание. Ставить неудовлетворительные оценки при такой форме контроля не стоит, так как основное назначение таких проверок – получение и закрепление знаний и умений, тренировка, обнаружение недочетов как в работе учеников, так и в деятельности учителя, но не контроль знаний в «чистом виде».

Весьма важным элементом работы учителя является оценивание самостоятельной работы учащихся с учебником. Формирование умения эффективно работать с книгой – одна из важнейших задач физики в 7-8 классах. Если этот процесс пройдет успешно, то дальнейшее обучение в старших классах непременно принесет свои плоды, так как 50% знаний учащиеся получают в результате самостоятельной работы с учебной литературой.

Самостоятельная работа с учебником не должна, как правило, заключаться в самостоятельном изучении учебного материала по учебнику в классе, на уроке. Это допускается в случаях, когда задача обучения работать с книгой – основная задача урока. Обычно работа с учебником должна –дополнять объяснение материала учителем, служить иллюстрацией к сложным физическим демонстрациям, сочетаться с элементами беседы, использоваться как дидактический материал, например, для работы с текстами задач или вопросов в учебнике. Оценивать работу с учебником и другими дидактическими материалами имеет смысл лишь тогда, когда умения и навыки работы с учебной литературой, по мнению учителя, сформировались. При этом оцениваются следующие умения: правильная ориентация в оглавлении, умение находить быстро нужный параграф, закон, формулу, а так же текст для ответа на вопрос, правильная работа со справочными таблицами, графиками, диаграммами, умение отвечать на вопросы в учебнике для самоконтроля. Высоко должно быть оценено умение быстро найти в учебнике необходимый материал, его прочтение и умение передать содержание прочитанного своими словами, пересказать, связывать новый

материал с изученным ранее, логично и обоснованно излагать прочитанное ранее, отбирать главное и делать свои выводы.

В процессе индивидуального и фронтального устного опроса проверяется умение найти в учебнике ответ на конкретный вопрос, выделять примеры, на основе которых сформулирован вывод, выбирать из текста основные сведения об изучаемом явлении, которые потребуются при изучении следующих тем.

### **Итоговая проверка знаний и умений учащихся**

Преимущественными формами итоговой проверки знаний на первой ступени обучения физике является письменная контрольная работа и специальный урок итогового опроса. Итоговой проверке подлежат знания основных вопросов темы или нескольких тем.

На первой ступени обучения физике рекомендуется для проверки знаний по одной теме проводить работы, рассчитанные на 20-25 минут. При минимальной загрузке – 2 часа в неделю на уроки физики, использовать для проведения итоговой работы весь урок нецелесообразно и нерационально.

В соответствии с требованиями к умениям учащихся 7-8 классов (см. Программу), следует включать в работу задачи в одно-два действия, преимущественно прямые, средней трудности, однако такие, чтобы с их помощью можно было бы выявить все три уровня знаний.

Формулировка задачи должна быть четкой и ясной, не допускающей двойственного толкования и не содержащей неясных условий. Содержание задачи должно быть сформулировано в лаконичной форме. Не должны содержаться в задаче неизвестные учащимся термины, лишние данные, нельзя допускать возможности неоднозначных ответов.

Особенного внимания в связи с этими ограничениями требует подбор качественных задач для письменной контрольной работы. Следует отдавать преимущества задачам, ответ к которым краток и соответствует уровню развития письменной речи учащихся.

Более сложно дать однозначные рекомендации по проверке и оценке работ, здесь многое зависит от опыта учителя.

При оценивании письменной работы, кроме правильного решения, учитываются требования к выполнению работы: стандартизованная форма записи, наличие необходимых чертежей, подбор формул (на первой ступени не обязательно требовать решения в общем виде), выполнение правил подсчета и округления чисел.

Итоговые письменные работы можно проводить либо по темам, либо в конце четверти, полугодия, учебного года. В полугодовые и годовые работы включаются несколько тем или весь пройденный курс.

Практика показывает, что итоговые работы в 7-8 классах целесообразно проводить за 5-6 уроков до окончания четверти, полугодия, года и иметь 5-6 вариантов для надежности.

Обязательным итогом контрольной работы должно быть рассмотрение ее результатов и разбор наиболее трудных задач, а так же работа над ошибками.

## 4. ПРОВЕРКА И ОЦЕНКА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ 9-11 КЛАССОВ

### 4.1. Раздел физики «Механика»

*Знания и умения, подлежащие проверке.*

При изучении темы «Кинематика» важно понимание учащимися признака механического движения тел и относительности механического движения, умение использовать знания от относительности механического движения для анализа конкретных примеров. От учащихся следует требовать примеров, показывающих, что движение одного и того же тела выглядит по-разному относительно разных систем отсчета. Рекомендуются проверять знание учащимися того, как изменяются характеристики движения тела (траектория, перемещение, скорость, ускорение и др.) при переходе от одной системы отсчета к другой, знание учащимися самих кинематических физических величин, единиц их измерения, приборов для их измерения.

Требуется проверка умения описывать движение тела графически, аналитически, с помощью таблиц, проводя необходимые измерения расстояния и времени. Необходимо проверять умение читать и строить графики движения тел.

Именно чтение графиков, как показывают многочисленные исследования, вызывает затруднение у учащихся. Рекомендуются такого рода задания давать в качестве тренировочных и для закрепления знаний, а также в качестве проверочных заданий.

При изучении темы «Динамика» важно усвоение учащимися таких понятий как: масса, сила, давление, уяснить их физический смысл, единицы измерения, способы и приборы для их измерения. Соответственно требуется проверить умение учащихся измерять массу и силу. Естественно, что учащиеся должны хорошо знать и уметь применять законы Ньютона, всемирного тяготения, Гука и Кулона для простейших ситуаций движения и взаимодействия тел; понимать отличие инерциальной и неинерциальной систем отсчета.

Содержание заданий для проверки усвоения темы «Законы сохранения» направлено на проверку того, что знают учащиеся о величинах Импульс и Энергия, как умеют использовать эти величины для анализа простейших движений и взаимодействий. Необходимо проверить знание Законов сохранения в Механике, умение их использовать для замкнутых и незамкнутых систем, знание величин, характеризующих преобразование энергии: работа, теплота, их сходство и принципиальное различие; понимать и уметь применять понятия Мощность и КПД механизмов.

При подборе проверочных заданий необходимо учитывать наиболее часто встречающиеся ошибки в ответах учащихся:

- с понятием потенциальная энергия связывают лишь частный случай ее проявления: тело, поднятое над поверхностью Земли;
- при определении потенциальной энергии забывают указать «нулевой уровень», по отношению к которому измеряется энергия;

- не знают условий, при которых сохраняется механическая энергия тела;
- переход механической энергии во внутреннюю связывают лишь с одним конкретным явлением – трением и др.

При изучении темы «Механические колебания и волны» наиболее важно проверить усвоение учащимися признаков колебательного и волнового движения и их характеристик; умение выделить среди наблюдаемых явлений колебательные и волновые процессы; умение по графикам названных процессов определять период и частоту колебаний, длину волны.

Так же как и при изучении всех других разделов курса физики, необходимо обратить внимание на усвоение школьниками наиболее общих методов науки и понимание пути ее развития: обобщение опытных фактов, формулировка проблемы, выдвижение гипотезы и ее экспериментальная проверка, выводы теории и их применение на практике.

#### *Система проверки:*

Мы рассмотрели перечень базовых элементов учебного материала, подлежащих обязательной проверке. При текущей проверке по каждой теме раздела могут быть включены и другие вопросы по усмотрению учителя и в зависимости от того, по какому учебнику работают ученики. Однако характер вопросов только базового уровня уже требует комплексного использования разных систем контроля, так как проверяется не столько умение решать расчетные задачи, сколько умения:

- анализировать конкретные ситуации движения и взаимодействия тел;
- иллюстрировать примерами действие законов природы;
- строить и читать графики;
- пользоваться измерительными приборами и выполнять измерения.

Проверка может быть устной или письменной. Устная проверка в основном выполняет роль «обратной связи», позволяя организовывать деятельность учащихся по отработке того или иного элемента учебного материала, уточнять понимание учащимися каждого изучаемого вопроса.

Что касается контролирующей функции устного опроса, то для этой цели следует выделить вопросы, требующие развернутого, обоснованного ответа, рассуждений ученика. Например, применить принцип относительности движения при описании движения тела в разных системах отсчета; дать словесное описание движения тела по графику  $x(t)$ ; привести пример выполнения закона сохранения импульса и механической энергии; проследить последовательность преобразования энергии при движении и взаимодействии двух тел и т.п.

Письменная проверка и оценка качества усвоения материала традиционная, с заданиями с выбором ответа, с разделением материала на базовый уровень (часть А) и дополнительную часть Б, позволяющую дифференцировать оценку и обеспечить работой тех учащихся, которые быстро справляются с основным заданием. Небольшие текущие письменные проверки, содержащие три-четыре задания, требуют от учащихся обоснование принимаемых решений, объяснение логики решения задач. Контрольные работы с пятью-шестью заданиями, два-три из которых проверяют базовый уровень, а остальные требуют более глубокого изучения и понимания законов механики, так же часто практи-

куются учителями. Они, как и маленькие работы, также позволяют дифференцировать оценку.

## **4.2. Раздел физики «Молекулярная физика и термодинамика»**

### Базовый уровень усвоения учебного материала.

При изучении темы «Основы МКТ» наиболее важным является усвоение доказательства дискретного строения вещества, непрерывного движения и взаимодействия его частиц; величин, характеризующих атомы и молекулы, а также их связь с макроскопическими величинами, характеризующими состояние вещества в целом. Учащиеся должны знать свойства вещества в различных агрегатных состояниях, характер движения частиц в каждом из них. Изучение этой темы способствует формированию научного мировоззрения учащихся и пониманию методологии научного познания. От анализа и обобщения фактов к пониманию проблемы, от нее к выдвижению гипотезы и теоретическому ее развитию, затем к экспериментальной проверке теории и ее применению на практике.

Для понимания МКТ строения вещества в целом важно усвоение исходных фактов, лежащих в основе теории: газ легко сжимается, самопроизвольно занимает весь предоставленный объем, оказывает давление на стенки сосуда; явление диффузии, характерное для различных состояний вещества; Броуновское движение.

На основе исходных фактов строится простейшая модель вещества – идеальный газ. Учащимся должно быть понятно, в чем состоит суть данной идеализации: в частности, молекулы идеального газа принимаются за очень маленькие упругие шарики, размерами которых можно пренебречь, обладающие массой; энергия взаимодействия молекул в газе при условиях, близких к нормальным, пренебрежимо мала по сравнению с их кинетической энергией. Используя модель как гипотезу, учитель знакомит школьников с выводом формулы для расчета давления газа на стенки сосуда – основным уравнением МКТ. С помощью этого уравнения рассматривается молекулярно-кинетическая трактовка температуры и как следствие – уравнение состояния газа (уравнение Менделеева-Клапейрона) и его следствия – частные газовые законы для изопроцессов.

Для усвоения темы «Основы термодинамики» особенно важным является понимание термодинамического подхода к описанию тепловых явлений на ряде примеров: термодинамической трактовки понятий внутренней энергии, работы и количества теплоты; анализа процессов, идущих с выделением и поглощением энергии.

Усвоение первого закона термодинамики требует понимания того, что внутренняя энергия тела является функцией его состояния, а изменена она может быть путем совершения работы или теплопередачи. При этом изменение внутренней энергии тела равно сумме работы внешних сил и количества теплоты, переданного этому телу от других тел в форме внутренней энергии.

Связь понятий внутренней энергии тела, теплоты и работы в первом законе термодинамики способствует пониманию того, что МКТ и термодинамика вза-

имно дополняют друг друга, образуя по существу одно целое при объяснении свойств вещества в различных агрегатных состояниях.

В прикладном аспекте данной темы наиболее ценным является объяснение принципа действия тепловых машин, которые в современной теплоэнергетике занимают исключительное место: 80-85% вырабатываемой энергии в мире в настоящее время получают, используя эти машины.

При проверке успеваемости учащихся следует добиваться усвоения того, что работа тепловых двигателей основана на использовании необратимого превращения энергии топлива в механическую энергию (механическое движение). Тепловые двигатели непрерывного действия работают циклически, экономичность (эффективность) работы которых по различным циклам оценивается величиной – КПД.

В процессе изучения этого раздела также необходимо добиваться понимания того, что

- знания по молекулярной физике используются не только в различных областях физики, но и в химии, биологии, астрономии и др.;
- молекулярно-кинетический и термодинамический методы исследования используются при создании материалов с заранее заданными свойствами и в теплотехнике;
- факторы природной среды (изменение температуры, влажности, атмосферного давления, газового состава воздуха) влияют на самочувствие человека;

Общая концепция раздела «Молекулярная физика» базируется на конкретных знаниях теории, в том числе понятий, законов, формул, графиков и других ее элементов. Отметим особенно те, которые являются наиболее важными для усвоения как на базовом уровне, так и на более высоком – в профильных классах.

Учащиеся должны:

- понимать, что давление, температура характеризуют ансамбль частиц;
- знать свойства вещества и характер движения частиц в различных агрегатных состояниях;
- знать и применять формулы МКТ и термодинамики;
- знать условия протекания тепловых изопроцессов;
- приводить примеры необратимости тепловых процессов; применения тепловых машин в хозяйстве; проявления негативных последствий использования тепловых двигателей на состояние ОС;
- решать расчетные, графические, качественные задачи с использованием формул раздела физики;
- определять с помощью таблиц физико-химические характеристики веществ.

Требования к уровню подготовленности школьников профильных классов выше, чем на базовом уровне. В частности, от учащихся профильных классов обычно требуют:

- применять первый закон термодинамики к тепловым процессам;

- графически изображать связь между параметрами в изо процессах в различных системах координат;

- решать задачи с использованием системы уравнений из разных тем и разделов курса физики;

- объяснять на основе МКТ причину Броуновского движения, свойства газов и насыщенных паров, связь между параметрами в изо процессах, механизм протекания процессов кипения и (испарения, конденсации) плавления (кристаллизации), особенности строения твердых тел, свойства жидкостей и газов.

#### Задания для письменной проверки усвоения учебного материала

При изучении молекулярной физики текущая проверка успеваемости учащихся чаще всего проводится устно. В каждом случае весьма важна связь теории и практики. Устная проверка успеваемости учащихся систематически проводится при изучении основ МКТ, свойств веществ и их применения, понятий – температуры, внутренней энергии, газовых законов и основ термодинамики. К таким вопросам можно отнести: применение газов в технике и в быту; значение испарения в жизни организмов, в технике, в быту; значение влажности для живых организмов, для нормального протекания производственных процессов; практическое применение различных материалов в технике; применение тепловых машин; проблемы охраны ОС, и др.

При устной проверке знаний целесообразно ставить перед учащимися вопросы методологического характера. К ним относятся такие, как границы применимости моделей, условия применимости уравнений и частных законов; опыт Штерна как способ определения скоростей молекул и др.

При ответе ученик должен показать не только знание определения внутренней энергии, но и умение отличать ее от других видов энергии. Неформальный характер усвоения понятия внутренней энергии идеального газа можно проверить с помощью дополнительных вопросов: чем отличается внутренняя энергия реального одноатомного газа от внутренней энергии идеального одноатомного газа? Можно ли определить внутреннюю энергию одного моль кислорода, используя формулу для расчета внутренней энергии идеального одноатомного газа?

При устной проверке легко осуществить вариативность задания, что позволяет выявить глубину усвоения и способность ученика самостоятельно перерабатывать информацию, полученную из сообщений учителя, справочника, учебника или другого источника.

Ниже приведены вопросы для устной проверки усвоения материала по разделу «Молекулярная физика» для обычных и профильных классов (\*).

1. Для описания процессов, явлений, объектов в науке часто используют модели (моделирование). Приведите примеры моделей (теоретических и экспериментальных), которые вы используете в молекулярной физике.

2. Каков порядок: а\*) расстояний между атомами в молекулах различных веществ; б) линейных размеров молекул различных веществ; в) масс атомов и молекул различных веществ?

3. Как установлен порядок этих величин?

4. Опишите явления броуновского движения и диффузии. В чем сходство и различие этих явлений?

5. Перечислите основные свойства: а) газов; б) жидкостей; в) насыщенных паров; г) твердых веществ.

6. На основе МКТ строения вещества объясните: а) явление диффузии и броуновского движения; б) процессы испарения и конденсации; в) процесс кипения; г) свойства жидкостей; д) смачивание и несмачивание – жидкостью материала; е) процессы плавления и кристаллизации; ж) свойства твердых тел.

7. Свойства газов нашли широкое применение в технике и в быту. Какое?

8. Испарение и конденсация имеют большое значение в природе, технике, быту. Какое?

9. Влажность воздуха имеет существенное значение для жизни на Земле. Приведите примеры.

10. Кристаллы широко применяются в научных исследованиях. Приведите примеры.

Почему в тепловых машинах в качестве рабочего тела используют газ или пар, а не жидкость или твердое тело?

11. В чем негативные последствия работы тепловых двигателей? Назовите мероприятия по охране ОС.

12. Почему такие факторы природной среды, как изменение температуры, влажность, атмосферное давление, газовый состав атмосферы влияют на самочувствие человека? Приведите примеры.

В разделе «Молекулярная физика» письменную проверку усвоения учебного материала целесообразно проводить после изучения тем «Основы МКТ», «Основы термодинамики». Чаще всего основу работы ученика при письменной проверке составляет решение задач, требующие знания законов, формул, констант, порядка величин, наименований и др.

Важным для развития абстрактного мышления, интеллектуальных умений школьников является ознакомление их с графическим методом решения задач. Такие возможности имеют место при изучении уравнения состояния идеального газа и изопроцессов. При выполнении письменной работы учащиеся должны показать знание связи между макропараметрами и микропараметрами в газах, в уравнениях состояния идеальных газов, уметь читать графики процессов, применять основное уравнение МКТ для расчета параметров идеального газа.

В итоговую письменную работу для профильных классов целесообразно включить вопросы, проверяющие умение учащихся объяснять на основе МКТ научные факты, явления и процессы: причину броуновского движения, свойства вещества в любых агрегатных состояниях, связь между макро- и микропараметрами.

При разработке тестовых заданий с выбором ответа нужно иметь в виду характерные ошибки, которые допускают учащиеся при их выполнении. По теме «Основы МКТ» учащиеся чаще всего затрудняются:

- в определении молярной массы вещества;
- читать графики изопроцессов;
- на основе чтения графиков записывать уравнение состояния газа;

- изображать графически зависимость различных параметров в изопроцессах;

- оценивать полученный результат (например, порядок массы, диаметра частицы, средней квадратичной скорости и др.).

при изучении темы «Основы термодинамики» учащиеся усваивают значительный по объему и сложности теоретический материал, в частности: адиабатный процесс, необратимость тепловых процессов, внутренняя энергия, работа и количество теплоты в изопроцессах, первый закон термодинамики и его применение к тепловым процессам, принцип действия тепловых машин и их КПД. Отметим те недочеты, которые присущи обычно ответам учащихся при выполнении письменных работ по этой теме:

- затрудняются выполнять перевод значения температуры из шкалы Цельсия в шкалу Кельвина и наоборот;

- забывают, что разность температур по шкале Цельсия и Кельвина одинакова:  $\Delta T = \Delta t$ ;

- путают знаки работы газа ( $A_{\Gamma} > 0$ ) и работы внешних сил ( $A_{в.с.} < 0$ );

- затрудняются применять первый закон термодинамики к конкретному тепловому процессу;

- не могут по изменению внутренней энергии указать, что произошло с газом: нагревание ( $\Delta U > 0$ ;  $\Delta T > 0$ ) или охлаждение ( $\Delta U < 0$ ;  $\Delta T < 0$ );

Эти типичные ошибки следует учитывать при составлении содержания проверочных работ.

#### 4.3. Раздел физики «Электродинамика»

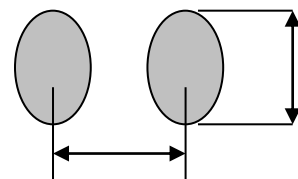
*Базовый уровень усвоения учебного материала:*

Электродинамика занимает особое место в формировании научной картины мира, поскольку в ней рассматриваются две формы материи: вещество и поле, их взаимосвязь. Электронные представления, понимание механизма взаимодействия заряженных частиц и полей, а также применение закона сохранения энергии для объяснения многих явлений составляют основу учебного процесса в овладении этим материалом.

При изучении электрического тока в различных средах раскрываются большие возможности для формирования научного мышления школьников на основе представлений о дискретном строении вещества (существование атомов, молекул, электронов, ионов), о движении и взаимодействии этих частиц. В этой теме может быть сформировано умение применять основные положения электронной теории к объяснению механизма проводимости различных сред: металлов, полупроводников, вакуума, растворов и расплавов электролитов, газов, плазмы.

Для формирования представлений о путях познания явлений природы большое значение имеет использование модельных представлений. В частности, таких, как точечный электрический заряд, пробный контур с током, электронный газ, силовые линии электрического и магнитного полей и др.

Велико значение этого раздела и в политехническом образовании учащихся. Изучение электрического тока в различных средах позволяет выяснить физические основы применения электролиза для получения цветных металлов, использования дугового и искрового разрядов в металлургии и в разнообразных процессах обработки металлов, коронного разряда – в электрофильтрах. Изучение тока в вакууме, в газах и полупроводниках дает возможность познакомить учащихся с элементами радиотехники, радиоэлектроники, светотехники.



При изучении раздела закладываются основы для понимания производства, передачи и использования электроэнергии. Многие важные технические применения изучаемых явлений могут быть рассмотрены при изучении электромагнетизма, например, принцип действия ускорителей элементарных частиц, применение магнитных свойств вещества и др.

По разделу «Электродинамика» отметим, прежде всего, те вопросы, которые являются базовыми в общем образовании и необходимы для последующего обучения.

Учащиеся должны уметь:

- объяснять причину появления электрического тока в металлах, растворах и расплавах электролитов и в полупроводниках; свойства  $p$ - $n$  – перехода;
- объяснять возникновение электромагнитных волн различных диапазонов, принцип радиосвязи;
- объяснять способы получения, передачи и использования переменного тока и электроэнергии;
- приводить примеры опытов и явлений, обосновывающих точку зрения на свет как на электромагнитную волну и, одновременно, поток частиц, квантов света, фотонов;
- экспериментально определять направление вектора индукции постоянного магнитного поля и вектора напряженности электростатического поля, длину световой волны.

Требования к уровню подготовки школьников, собирающихся сдавать выпускной экзамен по физике, выше, чем при базовом уровне образования. В частности, такие учащиеся профильных классов должны уметь:

- решать задачи с использованием знаний по механике при описании движения заряженной частицы в электрическом и магнитном полях;
- обобщать учебный материал на теоретической основе (например, колебания и волны различной природы);
- выдвигать гипотезы на основе фактов, наблюдений и опытов; планировать и осуществлять их экспериментальную проверку;
- объяснять явление интерференции, знать явления дисперсии, дифракции, спектрального разложения света.

*Система проверки результатов усвоения учебного материала по разделу*

В разделе «Электродинамика» ряд вопросов изучается на качественном уровне, и текущую проверку по ним целесообразно проводить систематически в виде устного опроса или маленьких проверочных тестовых письменных работ

(3-4 задания). При ответах школьников внимание учителя обращается не только на глубину знаний, но и на умения учащихся четко и логично строить свои ответы, иллюстрировать их рисунками, графиками, таблицами, экспериментом.

В разделе «Электродинамика» наиболее целесообразно проводить текущий опрос в устной или письменной формах при изучении вопросов: электрическое и магнитное поля, электрический ток, ток в средах, передача и использование электроэнергии; электромагнитные излучения различных типов (длин волн, частот), свойства и применение этих излучений.

Ведущее место в устной и письменной проверке учебного материала занимает индивидуальный опрос, в ходе которого контроль может быть всесторонним. Целесообразно выяснить, понимают ли учащиеся, что является источником электрического и магнитного полей, на основании каких опытов мы утверждаем существование в природе зарядов двух видов, как изменяются напряженность и потенциал электрического поля с расстоянием. Например, проверить глубину усвоения закона Кулона, ограничившись только формулировкой закона, невозможно. Надо иметь в виду типичные ошибки, связанные с идеализацией явлений и абстрагированием, которые допускают учащиеся.

Они забывают указать, что закон справедлив только для точечных зарядов, то есть в тех случаях, когда размерами заряженных тел можно пренебречь по сравнению с расстоянием между ними. Чтобы выявить понимание этого условия, можно предложить ученикам дополнительное задание следующего содержания: «Можно ли рассчитать силу взаимодействия между двумя заряженными телами на рисунке?»

Большое внимание в учебном процессе должно придаваться умению учащихся находить сходства и различия в объектах, процессах и явлениях. Для проверки и оценки этого умения можно предложить такое задание: «В чем сходство и различие закона Кулона и закона тяготения Ньютона? При выполнении задания сравните: а) зависимость сил от расстояния между телами; б) условие применимости законов; в) точки приложения и направления сил; г) природу сил; д) возможность защиты от гравитационного и электрического полей».

Обычно первый вопрос задания не вызывает затруднения. При обсуждении остальных вопросов необходимо обратить внимание на следующее:

- закон Кулона применим только для точечных зарядов, а закон всемирного тяготения как для материальных точек, так и для тел больших размеров, но сферической формы;

- силы в обоих случаях приложены к центру масс (при симметричном распределении плотности) и направлены по прямой, соединяющей центры (подчеркивается центральный характер сил);

- кулоновские силы – силы электромагнитной природы, силы тяготения – гравитационной.

Важное значение должно уделяться проверке и оценке знаний учащихся о фундаментальных опытах, лежащих в основе теории об электричестве. Примером этого может служить описание опыта, подтверждающего правило Ленца. Обычно учащиеся могут сформулировать само правило, но затрудняются при-

менить его к конкретному заданию. Поэтому правильность применения правила Ленца целесообразно проверить при устном опросе, на доске или при демонстрационном эксперименте, когда есть возможность направить мысль учащихся, внести коррективы в его ответ.

Для проверки и оценки усвоения правила Ленца можно предложить следующее задание: «При движении магнита (Рис.2) относительно замкнутого контура в нем возникает электрический ток, направление которого указано стрелкой. В каком направлении (вверх или вниз) перемещают магнит? Ответ обоснуйте».

Обоснование ответа сводится к следующему:

- умение учащегося определить направление вектора индукции  $\vec{B}_M$  поля полосового магнита;
- умение применить правило буравчика для определения направления магнитной индукции  $\vec{B}_K$  поля, созданного проводником с током;
- умение применить правило Ленца. Обычно последний этап выполнения задания вызывает затруднения. В этом случае надо обратить внимание школьников на формулировку правила Ленца. Поскольку в задании векторы  $\vec{B}_M$  и  $\vec{B}_K$  полей магнита и индукционного тока совпадают, то магнитное поле индуцированного тока поддерживает убывающее магнитное поле полосового магнита. Отсюда ученики должны сделать вывод: полосовой магнит перемещают так, что поле в контуре ослабевает, то есть магнит выдвигают (движется вверх).

Развитию мышления школьников способствует систематизация и обобщение материала на основе теории. В теме «Электрический ток в различных средах» сравнение явления протекания тока в различных веществах целесообразно провести по схеме: внешние признаки, условия, необходимые для существования тока, сущность явления (объяснение на основе электронной теории), количественная характеристика явления, учет и использование явления на практике.

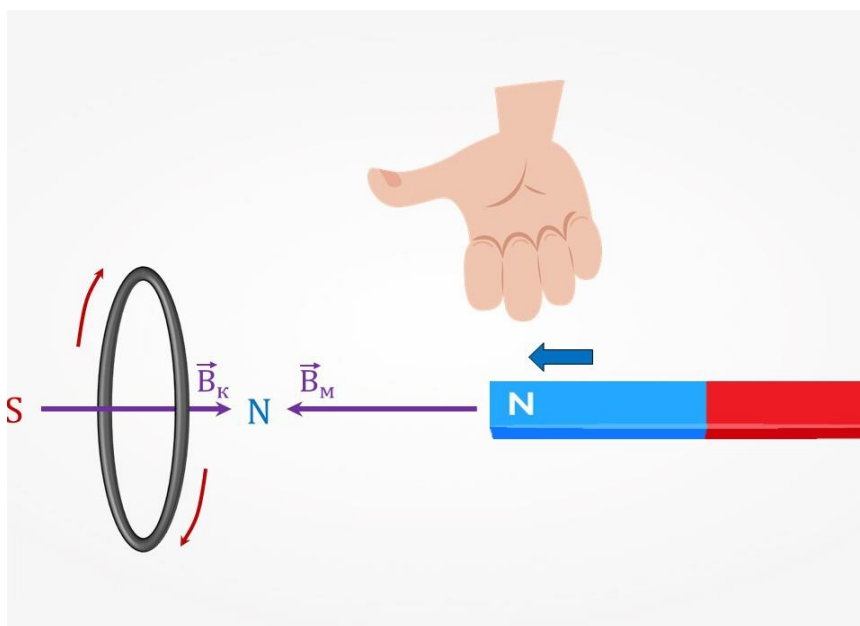


Рис. 4.1. Правило буравчика

В этой теме учащиеся знакомятся не только с опытными фактами, на которых базируются основные положения электронной теории, но и устройством, принципом действия термистора, фоторезистора, диода, триода, электронно-лучевой трубки. На основе анализа явления протекания тока в различных средах полезно заполнить таблицу 5. Эта работа может быть выполнена поэтапно после изучения конкретного явления, либо после изучения всей темы «Ток в различных средах».

Таблица 5

#### Анализ протекания тока в различных средах

| Среда          | Что сравнивается  |                      |                              |                                                                                                                                          |
|----------------|-------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | Носители заряда   | Зависимость $R=f(T)$ | Вольтамперная характеристика | Применение в науке и в быту                                                                                                              |
| Металлы        | Электроны         | Рис.2                | Рис.3                        | Электрометаллургия, электросварка, нагревательные электробытовые приборы                                                                 |
| Полупроводники | Электроны и дырки | Рис.4                | Рис.5                        | Солнечные батареи, полупроводниковые приборы                                                                                             |
| Вакуум         | Электроны         | -                    | Рис.6                        | Электровакуумные приборы, электронно-лучевая трубка                                                                                      |
| Электролиты    | Катионы и анионы  | Рис.7                | Рис.8                        | Электролиз, электролитическое получение металлов и металлических покрытий (гальванопластика и гальваностегия), химические источники тока |
| Газы           | Ионы и электроны  | -                    | Рис.9                        | Газоразрядные лампы и приборы, осветительные приборы                                                                                     |
| Плазма         | Ионы и электроны  | Рис.10               | -                            | МГД-генераторы, межзвездное пространство, звезды                                                                                         |

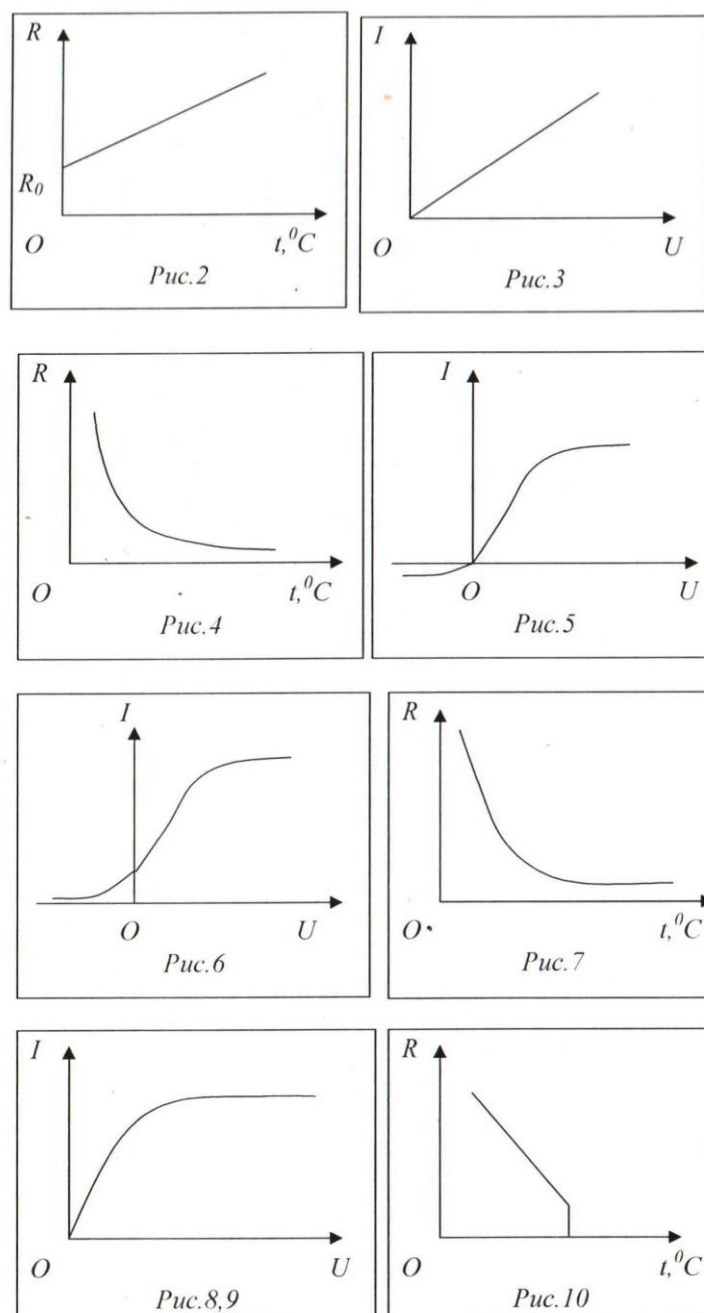


Рис. 4.2. Рисунки к таблице 5

Заполнение такой таблицы требует участия всего класса, при этом проверяются не только объем, глубина и полнота усвоения материала, но и умение выделять главное, защищать свое мнение, приводить в его защиту аргументы, доказательства.

Подобная работа может быть выполнена во время (или после) изучения вопроса об электромагнитных излучениях разных диапазонов длин волн (частот). Результаты обсуждения могут быть оформлены в виде таблицы 5 и 6. Важно при этом обратить внимание и выяснить, как учащиеся понимают термин «спектр».

Целесообразно при устном опросе задать вопросы:

Почему дифракционная решетка разлагает падающий на нее световой пучок в спектр?

Почему при преломлении светового пучка на границе двух сред можно наблюдать спектр?

Как обосновать утверждение, что свет – электромагнитная волна?

При углубленном изучении физики работу с таблицей можно продолжить, например, поставив вопрос: «Как изменяются качественные характеристики излучения в зависимости от количественной характеристики – частоты излучения?»

При изучении темы «Электромагнитные волны» полезно проанализировать вопросы типа:

Пользуясь законом сохранения энергии, покажите, что суммарная интенсивность преломленной и отраженной волн равна интенсивности падающей электромагнитной волны. При каком условии данное утверждение справедливо?

Как объяснить, что при преломлении и отражении электромагнитной волны ее частота не меняется?

Таблица 6

### Электромагнитные излучения

| Вид излучения     | Источник излучения                     | Диапазон длин волн в вакууме, м     | Свойства | Приемник излучения | Применение |
|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|----------|--------------------|------------|
| Радиоволны        | Звезды, антенна радио-ТВ-станции       | $10^3 - 10^4$                       |          |                    |            |
| ИК-излучение      | Солнце, нагретые тела                  | $10^{-4} - 8 \cdot 10^{-7}$         |          |                    |            |
| Видимое излучение | Солнце, нагретые тела, облученные тела | $8 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$ |          |                    |            |
| УФ-излучение      | Солнце, ртутная лампа                  | $4 \cdot 10^{-7} - 10^{-9}$         |          |                    |            |
| Рентгеновское     | Солнце, рентгеновская трубка           | $10^{-9} - 6 \cdot 10^{-12}$        |          |                    |            |
| Гамма-излучение   | Радиоактивные вещества, солнечные лучи | $< 6 \cdot 10^{-12}$                |          |                    |            |

При устном опросе целесообразно проверять и понимание учащимися СТО, анализируя, например, такие вопросы:

В чем суть постулатов СТО?

Покажите, что материальный объект не может двигаться со скоростью, большей скорости света.

При каких условиях законы СТО «переходят» в законы классической механики?

Почему во время космических полетов не замечается релятивистский эффект сокращения линейных размеров, замедление времени, увеличение массы в космическом корабле?

Почему при нагревании тела не удастся обнаружить на опыте увеличение его массы, предсказываемое положениями СТО?

В разделе «Электродинамика» письменную проверку усвоения учебного материала целесообразно проводить блоками с помощью контрольных письменных работ по решению задач, тестовых заданий с выбором ответа или качественных контрольных работ (например, диктант) по проверке знания формул, определений, понятий, например, блок тем «Электрическое поле», «Постоянный ток», и «Магнитное поле». После изучения этих тем полезно провести итоговую проверочную работу в форме теста с целью максимально возможного охвата основных вопросов тем. Второй блок состоит из контрольных работ по темам «Электромагнитные колебания», «Электромагнитные волны» и итогового теста с выбором ответа по темам «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания и волны», «Элементы СТО».

#### **4.4. Раздел физики «Квантовая физика»**

##### Базовые вопросы раздела

В средней школе учащиеся знакомятся с элементами квантовой электродинамики (представление о фотонах), квантовой механики (представление об атоме и его взаимодействии со светом) и ядерной физики (структура атомного ядра, превращение ядер при радиоактивных излучениях, деление и синтез ядер). Этот материал крайне важен для формирования их научного мировоззрения. Изучение его способствует правильному пониманию роли теоретических моделей в физике, а также их ограниченности (существование области и границ применимости).

При изучении классической электродинамики учащиеся получают представление о свете как электромагнитной волне. Это представление дает возможность объяснить множество световых явлений и является, поэтому истинным. Теперь учащиеся встречаются с другой группой световых явлений, для объяснения которых требуется уже другое представление о свете – как потоке частиц (фотонов). Это новое представление столь же истинно, как и «старое». Причем, и это весьма существенно, новое представление о свете не заменяет собой старое и не «вбирает» его в себя как частный случай.

Таким образом, перед учащимися предстает ситуация, с которой в столь явном виде они до этого не встречались: существует некая объективная реальность – свет, и существуют разные научные представления (теоретические мо-

дели) о ней – волновое и корпускулярное. Причем оба представления о свете оказываются правильными, но каждое – для своего круга световых явлений.

Это положение о корпускулярно-волновом дуализме является центральным вопросом в теме «Световые кванты». В классах с любым профилем обучения ему необходимо уделять особое внимание на уроках по данной теме. Учащиеся должны научиться обосновывать точки зрения на свет как на электромагнитную волну и как на поток частиц – фотонов. В этой связи при объяснении явления фотоэффекта центральным моментом для учащихся должен стать квантовый характер происходящих в данном процессе преобразований энергии.

Конкретные детали корпускулярно-волновой теории света и теории фотоэффекта (формулы, раскрывающие связь энергии и импульса фотона с длиной волны и частотой световой волны, уравнение фотоэффекта и его законы, конкретные примеры практического применения этого явления) обязательны для учащихся в классах с естественнонаучным и физико-математическим профилями обучения (а в непрофильных классах – для учащихся, собирающихся сдавать экзамен по физике).

Материал темы «Физика атома» вводит школьников в мир дискретных изменений энергии микрообъектов. При изучении классической физики учащиеся привыкают к мысли, что никаких ограничений на величину изменения энергии тел не существует. Это было оправданно, поскольку в раскрываемых там процессах квантованием энергии можно было пренебречь. Здесь же они впервые встречаются с ситуациями, когда порционный (квантовый) характер изменения внутренней энергии объектов имеет принципиальное значение.

Именно представления о дискретности возможных значений внутренней энергии атома и квантовом характере ее изменения при поглощении и испускании света атомом являются базовыми при изучении темы «Физика атома». Кроме того, учащиеся в классах любого профиля обучения должны иметь представление о структуре атома и понимать принцип спектрального химического анализа – одного из основных экспериментальных методов физики, химии и астрономии.

Огромное общеобразовательное и развивающее значение имеет знакомство с фундаментальными экспериментами по физике. В частности, важно, чтобы учащиеся могли объяснить результаты опытов Резерфорда и их роль в формировании современных представлений о строении атома.

Материал темы «Физика атомного ядра» знакомит учащихся с важнейшими вопросами атомной энергетики и экологии. Хотя бы в общих чертах в этих вопросах должен разбираться любой культурный гражданин. Поэтому все учащиеся должны иметь представление о структуре атомного ядра и о воздействиях ионизирующего излучения на живые организмы; уметь проследивать цепочку преобразований энергии на атомных электростанциях; научиться обсуждать экономические и экологические проблемы ядерной энергетики (сравнительно с электростанциями других типов). Кроме того, учащиеся должны уметь анализировать возможность протекания ядерных реакций, опираясь на законы сохранения энергии, электрического заряда и массового числа (барионного заряда).

Учащиеся, собирающиеся сдавать экзамен по физике, должны, кроме того, знать особенности ядерных сил (в сравнении с другими силами); уметь соотносить конкретные уравнения ядерных реакций с реакцией деления или синтеза ядер; знать условия стабильности цепной реакции деления урана и способ обеспечения этих условий в ядерном реакторе, а также условия осуществления термоядерной реакции.

Перечисленные выше представления, знания и умения должны быть сформированы у учащихся при обучении по любым альтернативным программам и учебникам физики. Естественно, что в каждом конкретном классе учитель определяет и круг вопросов раздела «Квантовая физика», усвоение которых он считает необходимым для своих учащихся в зависимости от их познавательных интересов и уровня подготовленности. Учитель определяет и систему проверки и оценивания уровня усвоения материала по обозначенному кругу вопросов раздела.

*Система проверки усвоения основных вопросов по разделу:*

Текущая и итоговая проверка успеваемости учащихся требует использования разных систем контроля – устного опроса, обычных письменных контрольных работ и тестовых заданий с выбором ответа.

При устной проверке успеваемости учитель получает широкие возможности не только для контроля, но и для своевременной помощи учащимся в усвоении, понимании трудных вопросов темы. Умения учащихся проследить цепочку преобразований энергии на атомных электростанциях, обсуждать экономические и экологические проблемы ядерной энергетики, объяснять результаты опыта Резерфорда и их роль в формировании современных представлений о строении атома и понимание этого материала трудно выявить по кратким письменным ответам на тестовые задания или задания небольших проверочных работ. Здесь требуются достаточно развернутые рассуждения учащихся. Поэтому проверять сформированность указанных выше знаний целесообразно путем устного опроса учащихся. Например, в качестве примера приведем вопросы для такой устной проверки:

- В чем преимущества атомных электростанций (по сравнению с тепловыми электростанциями) и каковы их недостатки?

- Изобразите схему опытов Резерфорда. Какие результаты были получены в этих опытах? Какие выводы сделал Резерфорд на основе полученных результатов? Какие из этих выводов впоследствии подтвердились?

- Изобразите схему атомной электростанции. Какие преобразования энергии происходят в ядерном реакторе, теплообменнике, турбине и генераторе переменного тока?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Руководящие документы:

1. Письмо ГУОиН № 05-3338 от 13.08.2005 «О преподавании физики и учебно-методическом обеспечении областного базисного учебного плана в 2005/2006 уч. г.».
  2. Письмо ГУОиН «О преподавании учебного предмета «Физика» в 2006-2007 учебном году». Начальник управления общего образования и социальной поддержки детей Министерства образования и науки Челябинской области Т.В. Абрамова; и.о. ректора ГОУ ДПО «Челябинский институт переподготовки и повышения квалификации работников образования» В.Н. Кеспи́ков.
  3. Единый государственный экзамен: Физика: сборник аналитических материалов // под ред. Т.В. Абрамовой, С.Г. Молчанова. Составитель: Шахматова В.В. – Челябинск: НП Инновационный центр «РОСТ», 2005.
  4. Единый государственный экзамен: Физика: сборник аналитических материалов // под ред. Т.В. Абрамовой, С.Г. Молчанова. Составитель: Шахматова В.В. – Челябинск: НП Инновационный центр «РОСТ», 2006.
  5. МО РФ «Программы для общеобразовательных учреждений». Физика. Астрономия. 7-11 классы. Рекомендовано Департаментом среднего образования МО РФ, 2-изд., - М.: Дрофа, 2001. Автор программы: Г.Я. Мякишев. «Физика для общеобразовательных учреждений 10-11 классы». - С.115-120.
  6. МО РФ «Оценка качества подготовки выпускников средней (полной) школы по физике». Допущено Департаментом среднего образования МО РФ, - М.: Дрофа, 2001.
  7. Физика. Методическая газета для преподавателей физики, астрономии и естествознания. Москва: Издательский дом «Первое сентября», 2005. – 1-15 июля. - №13.
  8. Настольная книга учителя физики. Стандарт образования / Составил Коровин В.А. – М.: ООО «Издательство АСТ»: «Издательство Астрель», 2004. – С. 90-145.
  9. Учебно-методический комплекс по дисциплине: «Физика, Астрономия». – 2005 г. (Составитель Дозоров В.А.)
  10. Программы и правила для поступающих в ВУЗЫ. Образование в документах и комментариях. Сост.: И.А. Правкина, Н.М.Розина. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2005.
  11. Единый государственный экзамен. Образование в документах и комментариях. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2003.
  12. Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. Углубленное изучение физики в 10-11 кл. Книга для учителя. – М.: Просвещение, 2002.
- Сборники задач разной степени сложности:
1. Баканина Л.П., Белонучкин В.Е., Козел С.М. Сборник задач по физике для 10-11-х классов с углубленным изучением физики. – М.: Просвещение, 1999.
  2. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения. - М.: 1983.

3. Бедриков Г.А., Буховцев Б.Б., Керженцев В.В., Мякишев Г.Я.. Задачи по физике для поступающих в ВУЗы. - М.: 1985.
  4. Бендриков Г.А., Буховцев Б.Б., Керженцев В.В., Мякишев Г.Я. Физика: Сборник задач. 3-е изд. – М.: Рольф: Айрис-пресс, 1999.
  5. Бехтерев А.Н., Дозоров В.А., Ушачев В.П., Харейн М.Л.. Краткая физика. Учебное пособие. - Магнитогорск: МГПИ, 1998.
  6. Гольдфарб Н.И.. Сборник вопросов и задач по физике. - М.: 1983.
  7. Гомонова А.И. Физика. Современный курс для поступающих в вузы. – М.: Издательство «Экзамен», 2002.
  8. Дозоров В.А., Отруцкая В.А.. Тесты ? Это просто ! Пособие для подготовки выпускников средних школ к ЦТ и ЕГЭ по физике. – Магнитогорск: МаГУ, 2003.
  9. Кабардин О.Ф.. Физика. Справочные материалы. - М.: 1991.
  10. Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Зильберман А.Р. Физика, 9-11 классы. Пособие для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрова, 2003.
  11. Коган Л.М.. Учись решать задачи по физике. - М.: 1993.
  12. Малинин А.Н. Сборник задач по физике для 10-11-х классов общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 2001.
  13. Материалы практических занятий, тематические рабочие и контрольные тесты, итоговые проверочные материалы (Приложение).
  14. Сборник задач по физике. Под ред. С.М, Козела. - М.: 1990.
  15. Сборник задач по физике. Под ред. С.М, Козела. - М.: 1990.
  16. Степанова Г.Н.. Сборник задач по физике: для 10-11 кл. общеобразовательных учреждений - 8-е изд. – М.: Просвещение, 2002.
  17. Тарасов Л.В., Тарасова Н.. Вопросы и задачи по физике. - М.: 1990.
  18. Черноуцан А.И. Физика. Задачи с ответами и решениями. – М.: Высшая школа, 2003.
- Учебники:
1. Мякишев Г.Я. Физика: Механика. М.: Дрофа, 2005.
  2. Мякишев Г.Я. Физика: Электродинамика. М.: Дрофа, 2005.
  3. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б.. Физика: Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений- 8-е изд., М.: Просвещение, 2001.
  4. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б.. Физика: Учебник для 10 класса общеобразовательных учреждений 9-е изд., М.: Просвещение, 1986.
  5. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Колебания и волны. М.: Дрофа, 2005.
  6. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Молекулярная физика. Термодинамика. М.: Дрофа, 2005.
  7. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Оптика. Квантовая физика. М.: Дрофа, 2005.
  8. Рымкевич А.П.. Физика. Задачник. 10-11 кл.: Пособие для общеобразовательных учебных заведений - 8-е изд., М.: Дрофа, 2004.
  9. Яворский Б.М., Пинский А.А.. Основы физики. - М.1981. - Т.І, ІІ. Литература для подготовки к ЕГЭ по физике:

1. Варианты и ответы централизованного тестирования. Тесты «Физика». Пособие для подготовки к тестированию. - М.: Центр тестирования МО РФ, 2004, 2005, 2006, 2007.
  2. Варианты и ответы ЦТ «Физика». Пособие для подготовки к тестированию. – М.: Центр тестирования МО РФ, 2006, 2007.
  3. Единый государственный экзамен «Физика». Варианты контрольных измерительных материалов. - М.: Центр тестирования МО РФ, 2006, 2007.
  4. Единый государственный экзамен 2001: Тестовые задания: Физика // Е.К. Страут, И.И. Нурминский, Н.К. Гдадышева и др.; МО РФ. – М.: Просвещение, 2001.
  5. Единый государственный экзамен 2002: Контрольные измерительные материалы: Физика // В.А. Орлов, Н.К. Ханнанов; МО РФ. – М.: Просвещение, 2003.
  6. Единый государственный экзамен 2003: Физика: Контрольные измерительные материалы // Орлов В.А., Ханнанов Н.К., Фадеева А.А. – МО РФ. – М.: Просвещение, 2003.
  7. Орлов В.А., Никифоров Г.Г. ЕГЭ-2004. Контрольные измерительные материалы. М.: Просвещение, 2004.
  8. Орлов В.А., Никифоров Г.Г., Ханнанов Н.К. Учебно-тренировочные материалы для подготовки к ЕГЭ: Физика. – М.: Интеллект-Центр, 2005.
  9. Орлов В.А., Фадеева А.А., Ханнанов Н.К. Учебно-тренировочные материалы для подготовки к ЕГЭ: Физика. – М.: Интеллект-Центр, 2004.
  10. Орлов В.А., Ханнанов Н.К., Фадеева А.А. Учебно-тренировочные материалы для подготовки к ЕГЭ: Физика. – М.: Интеллект-Центр, 2003.
- Для проведения контроля знаний:
1. Кабардин О.Ф. и др. Контрольные и проверочные работы по физике. 7-11 кл.: Метод. Пособие. – М.: Дрофа, 2001.
  2. Коровин В.А., Орлов В.А. Оценка качества подготовки выпускников средней (полной) школы по физике. – М.: Дрофа, 2002.
  3. Коровин В.А., Степанова Г.Н. Материалы для подготовки и проведения итоговой аттестации выпускников основной школы по физике. – М.: Дрофа, 2002.
  4. МО РФ «Оценка качества подготовки выпускников средней (полной) школы по физике». Допущено Департаментом среднего образования МО РФ, - М.: Дрофа, 2001.
  5. Орлов В.А., Татур А.О. Сборник тестовых заданий для тематического и итогового контроля. Физика. Основная школа (7-9 классы). – М.: Интеллект-Центр, 2003.
  6. Орлов В.А., Татур А.О. Сборник тестовых заданий для тематического и итогового контроля. Физика. Часть 1. (10 класс). – М.: Интеллект-Центр, 2003.
  7. Орлов В.А., Татур А.О. Сборник тестовых заданий для тематического и итогового контроля. Физика. Часть 2. (10 класс). – М.: Интеллект-Центр, 2003.

8. Разумовский В.Г. и др. Проверка и оценка успеваемости учащихся по физике: 7-11 кл.: Кн. Для учителя. Под ред. В.Г.Разумовского. – М.: Просвещение, 1996. – 190 с.
9. Тулькибаева Н.Н., Драпкин М.А. Контрольные тесты. Физика. 11 класс. Часть 1 и 2. Рабочая тетрадь / Под ред. Д.Ш.Матроса. - Тестовый контроль за результатами обучения по учебнику Г.Я. Мякишева и др. «Физика.11» - 2003.
10. Физика. Еженедельная методическая газета для преподавателей физики, астрономии и естествознания. - №7, 2004 г.– С.2-4; №34, 2004 г.– С.4-10.
11. Физика и астрономия: Пробные учебники для 7-9 классов. Под ред. А.А. Пинского, В.Г. Разумовского. – М.: Просвещение, 1993-1996
12. Шилов В.Ф. Домашние экспериментальные задания // Физика в школе. – 1991. - №4. – С.35

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Семинар 1. Разработка проверочных материалов (контрольно-измерительных материалов – кимов) для проверки соответствия знаний, умений и навыков учащихся основной школы (7 – 9 классы) требованиям, предъявляемым к уровню подготовки по физике выпускников основной школы

При итоговой проверке знаний, умений и навыков, приобретенных учащимися по окончании изучения темы по физике, следует оценивать следующее:

1. Знание важнейших экспериментальных фактов, основных понятий и положений теории, законов, правил, формул, общепринятых символов обозначения физических величин, единиц их измерения.

2. Умение применить знания для решения задач и объяснения физических явлений.

3. Умение проводить наблюдение, систематизировать и интерпретировать полученные результаты.

4. Умение планировать эксперименты для проверки теоретических выводов и измеряемых величин.

5. Умение делать выводы и обобщения.

6. Умение читать и строить графики и принципиальные схемы.

7. Умение подготовить лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов.

8. Умение пользоваться учебником и справочниками по физике и технике при поиске необходимой информации.

Исходя из этих требований, составить письменные, тестовые, экспериментальные проверочные задания, устные вопросники для фронтального опроса, тексты физических диктантов или варианты каких-либо иных форм проверочной работы (т.е. форма проверки знаний и умений произвольная) для проверки соответствия знаний, умений и навыков учащихся основной школы (7-9 классы) этим требованиям по темам:

Тема выступления на семинаре

7 класс: «Начальные сведения о строении вещества», «Механическое движение», «Плотность вещества», «Силы в механике», «Давление твердых тел, жидкостей и газов», «Архимедова сила. Плавание тел», «Работа и энергия. Мощность», «Простые механизмы. КПД».

8 класс: «Тепловые явления», «Электрические явления», «Электромагнитные явления», «Световые явления».

9 класс: «Законы движения тел: Кинематика», «Законы взаимодействия тел: Динамика», «Механические колебания и волны. Звук», «Электромагнитное поле», «Строение атома и атомного ядра», «Использование энергии атомных ядер»

Семинар 2. Разработка проверочных материалов (контрольно-измерительных материалов – кимов) для проверки соответствия знаний, уме-

*ний и навыков учащихся средней (полной) школы (10 – 11 классы) требованиям, предъявляемым к уровню подготовки по физике выпускников средней (полной) школы*

При итоговой проверке знаний, умений и навыков, приобретенных учащимися по окончании изучения темы по физике, следует оценивать следующее:

1. Знание важнейших экспериментальных фактов, основных понятий и положений теории, законов, правил, формул, общепринятых символов обозначения физических величин, единиц их измерения.

2. Умение применить знания для решения задач и объяснения физических явлений.

3. Умение проводить наблюдение, систематизировать и интерпретировать полученные результаты.

4. Умение планировать эксперименты для проверки теоретических выводов и измеряемых величин.

5. Умение делать выводы и обобщения.

6. Умение читать и строить графики и принципиальные схемы.

7. Умение подготовить лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчеты или использовать полученные данные для выводов.

8. Умение пользоваться учебником и справочниками по физике и технике при поиске необходимой информации.

Исходя из этих требований, составить письменные, тестовые, экспериментальные проверочные задания, устные вопросники для фронтального опроса, тексты физических диктантов или варианты каких-либо иных форм проверочной работы (т.е. форма проверки знаний и умений произвольная) для проверки соответствия знаний, умений и навыков учащихся основной школы (10-11 классы) этим требованиям по теме:

Тема выступления на семинаре

10 класс: «Кинематика точки», «Кинематика твердого тела», «Законы механики Ньютона», «Силы в механике», «Закон сохранения импульса», «Закон сохранения энергии», «Работа и энергия. Мощность. КПД», «Равновесие твердых тел», «Основы МКТ», «Энергия теплового движения», «Уравнение состояния газа», «Преобразования жидкость-газ», «Основы термодинамики», «Электростатика», «Законы постоянного тока», «Электрический ток в средах»

11 класс: «Магнитное поле», «Электромагнитная индукция», «Механические колебания», «Электромагнитные колебания», «Использование электроэнергии», «Механические волны», «Электромагнитные волны», «Световые волны», «Элементы СТО», «Излучение и спектры», «Световые кванты», «Атомная физика», «Физика атомного ядра», «Элементарные частицы», «Элементы астрономических знаний».

*Семинар 3. Разработка и проведение проверочной контрольной работы с поэлементным анализом для проверки соответствия знаний, умений и навыков учащихся требованиям, предъявляемым к уровню подготовки по физике в 8 классе*

Вариант схемы-анализа контрольной работы для учащихся 8 класса, состоящей из трех задач:

#### ВАРИАНТ № 11

1. Определите массу чугунной отливки в форме прямоугольного параллелепипеда, если известны его ребра:  $A = 3$  см,  $B = 4$  см,  $C = 5$  см. Плотность чугуна равна  $7000 \text{ кг/м}^3$ .
2. Определите плотность машинного масла, если 4 литра его имеют массу 3,6 кг.
3. На одну чашку рычажных весов поместили брусок из латуни, на другую – из чугуна. Весы оказались уравновешенными. Объем какого бруска больше? Плотность латуни  $8500 \text{ кг/м}^3$ .

Схема анализа результатов этой контрольной работы представлена в таблице.

В таблице 2 по горизонтали записываются фамилии учеников и против каждой из них под каждым элементом ответа в вертикальном столбце ставится знак «+», если ученик ответил на этот элемент правильно, и знак «–», если ничего не ответил, или ответил неправильно.

Затем подводится итог по каждому ученику и характеризуется его успеваемость по проверенным вопросам. Далее осуществляется подсчет элементов по вертикали, результаты которого характеризуют усвоение того или иного элемента группой учащихся, отвечающих на данные вопросы.

Поэлементный метод анализа и оценивания ответов учащихся позволяет более детально и объективно выяснять и оценивать успеваемость учащихся, кроме того, он дает большую информацию о недочетах в знаниях и умениях, что позволяет учителю соответствующим образом корректировать учебный процесс.

Если одни и те же элементы повторяются во всех вариантах контрольной работы, то, подсчитывая правильные и неправильные ответы на каждый элемент, можно выяснить степень их усвоения одним классом или, если учитель ведет несколько классов в параллели, всеми учащимися проверяемых классов.

При оценке знаний можно допустить, что все элементы равнозначны. Такое огрубление дает возможность количественно измерить знания учащихся и более объективно, то есть формализовано, подойти к их оцениванию по числу правильных элементов в ответе.

Если учитель работает в нескольких параллельных классах или является руководителем методического объединения, то иногда для него главным в контроле является не выявление знаний конкретного ученика, а усвоение того или

иного вопроса программы (элемента содержания обучения) большим числом учащихся.

В этом случае на основе первичного анализа выполнения контрольной работы каждым учеником составляется таблица 3, в которой учитывается число правильных и неправильных ответов на каждый элемент из общего числа ответов. Все элементы знаний из ответов учащихся последовательно вносятся в таблицу (см. Поэлементный анализ письменных работ учащихся)

При оценке знаний для перевода числа правильных ответов на обязательные вопросы теста в оценку по пятибалльной шкале можно воспользоваться таблицей:

Таблица П1

Итоговая таблица для оценивания уровня знаний учащихся по конкретному проверяемому элементу

| Число правильных ответов | 0-6 | 7-10 | 11-13 | 14-15 | 16-20 |
|--------------------------|-----|------|-------|-------|-------|
| Оценка в баллах          | 1   | 2    | 3     | 4     | 5     |

При рейтинговой оценке и переводе оценки в 100-балльную шкалу воспользоваться методикой, изложенной в работе:

Абдуллина Л.Н., Дозоров В.А., Шафаревская Н.А. Рейтинговая оценка качества знаний учащихся как инструмент стимуляции к отличной учебе // В сборнике научных трудов 2-й межрегиональной заочной научно-практической конференции «Современные технологии образования». Под редакцией Т.Е. Климовой и Е.В. Романова. – Магнитогорск: МаГУ, 2004 г. – С. 3 -7.

На усмотрение учителя критерии выставления оценки «4» и «5» могут быть изменены.

Учет успешности овладения каждым элементом может идти по отдельным вопросам варианта, по нескольким вариантам, по всей работе в целом. Это зависит от цели проведения работы и ее анализа. Отношение числа учащихся, правильно ответивших на данный элемент задания, к числу учащихся, отвечавших на него, является показателем усвоения этого элемента всеми учащимися. Этот показатель, очевидно, изменяется от 0 до 1.

*Семинар 4. Разработка кимов и необходимой документации для тестовой рейтинговой проверки соответствия знаний, умений и навыков учащихся 9 класса требованиям, предъявляемым к уровню подготовки по физике*

#### *Методические рекомендации*

Предлагаемая контрольная работа для учащихся 9-х классов по физике состоит из двух частей: 16 вопросов, являющихся обязательными, рассчитаны на проверку знаний основных понятий, явлений, физических величин и единиц их измерения, законов, основных формул темы, умения решать задачи по извест-

ному образцу и выполнения несложных вычислений; вопросы 17-20 рассчитаны на умение применять знания в измененной или незнакомой ситуации и являются необязательными для выполнения всеми учащимися. Вопрос 20, к которому также даются варианты ответов, предполагает умение применять одновременно закон сохранения массового числа и ядерного заряда.

Проверочная работа  
«Строение атома и атомного ядра»

Вариант 1

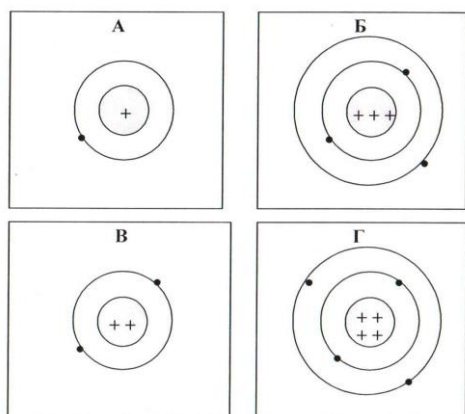
1. Явление радиоактивности, открытое Беккерелем, свидетельствует о том, что ...

- А. Все вещества состоят из неделимых частиц – атомов.
- Б. В состав атомов входят электроны.
- В. Атом имеет сложную структуру.
- Г. Это явление характерно для атомов радиоактивных элементов: урана, плутония, полония и др.
- Д. Это явление характерно для атомов химического элемента - урана и его соединений.

2. Кто предложил ядерную модель строения атома?

- А. Беккерель.
- Б. Гейзенберг.
- В. Томсон.
- Г. Резерфорд.
- Д. Кюри Пьер и Мария.

3. На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черные точки – электроны. Какая схема соответствует атому  ${}^4_2\text{He}$  ?



Д. среди приведенных вариантов нет верного ответа

4. В состав атома входят следующие частицы:

- А. Только протоны.
- Б. Нуклоны и электроны.
- В. Протоны и нейтроны.
- Г. Нейтроны и электроны
- Д. Среди приведенных вариантов нет верного ответа

5. Чему равно массовое число ядра атома марганца  $^{55}_{25}\text{Mn}$  ?
- 25.
  - 80.
  - 30.
  - 55.
  - 0.
- Е. Среди приведенных вариантов нет верного ответа
6. В каких из следующих реакций нарушен закон сохранения заряда?
- $^{15}_8\text{O} \rightarrow ^1_1\text{H} + ^{14}_8\text{O}$
  - $^6_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^3_2\text{He}$
  - $^3_2\text{He} + ^3_2\text{He} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_1\text{H} + ^1_1\text{H}$
  - $^7_3\text{Li} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n}$
7. Атомное ядро состоит из протонов и нейтронов. Между какими парами частиц внутри ядра действуют ядерные силы?
- Протон-протон.
  - Протон-нейтрон.
  - Нейтрон-нейтрон
  - Во всех парах в ответах А,Б,В
8. Массы протона и нейтрона ...
- Относятся как 1836:1.
  - Приблизительно одинаковы
  - Относятся как 1:1836 Г.  $\approx 0$
9. В ядре атома кальция  $^{40}_{20}\text{Ca}$  содержится ...
- 20 нейтронов и 40 протонов.
  - 40 нейтронов и 20 протонов.
  - 20 протонов и 40 электронов
  - 20 протонов и 20 нейтронов.
  - нет верного ответа
10. В каком приборе след движения быстрой заряженной частицы в газе делается видимым (в результате конденсации пересыщенного пара на ионах)?
- В счетчике Гейгера.
  - В камере Вильсона
  - В сцинтилляционном счетчике.
  - В пузырьковой камере.
11. Определить второй продукт X в ядерной реакции:  $^{27}_{13}\text{Al} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{24}_{11}\text{Na} + X$
- Альфа-частица.
  - Нейтрон.
  - Протон.
  - Электрон.
  - Позитрон

12. Атомное ядро состоит из  $Z$  протонов и  $N$  нейтронов. Масса свободного нейтрона  $m_n$ , свободного протона  $m_p$ . Какое из приведенных ниже условий выполняется для массы ядра  $m_{\text{я}}$ ?

А.  $m_{\text{я}} = Zm_p + Nm_n$

Б.  $m_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$

В.  $m_{\text{я}} > Zm_p + Nm_n$

Г. для стабильных ядер условие А, для радиоактивных ядер условие В.

Д. нет верного ответа

13. Рассчитать дефект масс  $\Delta m$  ядра атома  ${}^7_3\text{Li}$  (в а.е.м.). Масса протона равна 1,00728 а.е.м.; масса нейтрона равна 1,00866 а.е.м.; масса ядра лития равна 7,01601 а.е.м.

А. 0,04.

Б.  $-0,04$ .

В. 0.

Г. 0,2.

Д.  $-0,2$ .

Е. 7,01601.

Ж. нет верного ответа.

14. В каких единицах должно быть выражено значение массы  $\Delta m$  при вычислении энергии связи атомных ядер с использованием формулы  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ ?

А. В килограммах

Б. В граммах

В. В атомных единицах массы

Г. В джоулях

Д. В электрон-вольтах

Е. Безразмерная величина

Ж. Нет верного ответа

15. Что называется критической массой в урановом ядерном реакторе?

А. Масса урана в реакторе, при которой он может работать без взрыва.

Б. Минимальная масса урана, при которой в реакторе может быть осуществлена цепная реакция.

В. Дополнительная масса урана, вносимая в реактор для его запуска.

Г. Дополнительная масса вещества, вносимого в реактор для его остановки в критических случаях.

Д. Максимальная масса урана, которая может быть размещена в объеме данного реактора.

Е. Такой термин «критическая масса» используется для атомной бомбы, а для «мирного атома» он неприменим

Ж. Среди приведенных ответов нет верного.

16. Какой вид радиоактивного излучения наиболее опасен при внешнем облучении человека?

А. Бета-излучение.

Б. Гамма-излучение.

В. Альфа-излучение.

Г. Все три вида излучения.

Д. Все виды излучения безопасны при внешнем облучении, но опасны при внутреннем облучении.

Е. Нет верного ответа.

17. Все химические элементы существуют в природе в виде двух или большего количества изотопов. Определите отличие в составе ядер изотопов  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$  и  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ .

А. Изотоп  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$  имеет в ядре на 2 протона больше, чем изотоп  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$

Б. Изотоп  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$  имеет в ядре на 2 протона меньше, чем изотоп  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$

В. Изотоп  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$  имеет в ядре на 2 нейтрона больше, чем изотоп  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$

Г. Изотоп  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$  имеет в ядре на 2 нейтрона меньше, чем изотоп  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$

Д. Изотоп  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$  имеет в ядре на 2 протона меньше, но на два нейтрона больше, чем изотоп  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$

Е. Изотоп  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$  имеет в ядре на 2 протона больше, но на два нейтрона меньше, чем изотоп  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$

Ж. Среди приведенных ответов нет верного

18. Что происходит при альфа-распаде атомных ядер с распадающимся ядром?

А. Масса ядра остается практически неизменной, поэтому массовое число сохраняется, а заряд увеличивается на единицу.

Б. Массовое число увеличивается в 4 раза, а заряд остается неизменным.

В. Массовое число уменьшается на 4, а заряд увеличивается на 2.

Г. Массовое число уменьшается на 4, заряд также уменьшается на 2.

Д. Массовое число увеличивается на 4, а заряд уменьшается на 2.

Е. Массовое число увеличивается на 4, а заряд увеличивается на 2.

Ж. Нет верного ответа.

19. Выделяется или поглощается энергия в ядерной реакции  ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_2\text{He}$ ? Массы ядер и частиц в а.е.м. равны:  $M({}^6_3\text{Li}) = 6,01513$ ;  $M({}^1_1\text{H}) = 1,00728$ ;  $M({}^4_2\text{He}) = 4,00260$ ;  $M({}^3_2\text{He}) = 3,01602$ .

А. Поглощается, т.к.  $\Delta m < 0$

Б. Выделяется, т.к.  $\Delta m < 0$

В. Выделяется, т.к.  $\Delta m > 0$

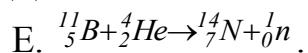
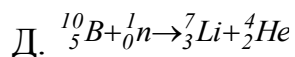
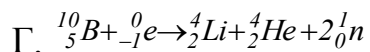
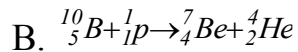
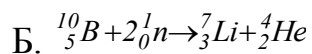
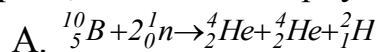
Г. Поглощается, т.к.  $\Delta m > 0$

Д. Энергия не выделяется и не поглощается

Е. О выделении или поглощении энергии по данным задачи ничего сказать нельзя.

Ж. Нет верного ответа

20. При бомбардировке изотопа  $^{10}_5B$  нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается альфа-частица. Пользуясь законами сохранения массового числа и заряда, запишите ядерную реакцию.



Ж. Нет верного ответа.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Таблица 5

### Электромагнитные излучения и их свойства

| Вид излучения     | Источник излучения                     | Диапазон длин волн в вакууме, м           | Свойства                                                                                                                                                                                                                                       | Приемник излучения                                | Применение                                                                                 |
|-------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Радиоволны        | Звезды, антенна радио- ТВ-станции      | $10^3$ - $10^{-4}$                        | Перенос электромагнитной энергии, интерференция и дифракция, отражение от ионосферы                                                                                                                                                            | Колебательный контур                              | Радиопередача и радиоприем                                                                 |
| ИК-излучение      | Солнце, нагретые тела                  | $10^{-4}$ -<br>$8 \cdot 10^{-7}$          | Перенос электромагнитной энергии, связанной с тепловым движением молекул вещества, интерференция и дифракция                                                                                                                                   | Тела, поглощающие тепловую энергию                | Тепловые источники излучения, ночное видение, лазеры                                       |
| Видимое излучение | Солнце, нагретые тела, облученные тела | $8 \cdot 10^{-7}$ --<br>$4 \cdot 10^{-7}$ | Перенос электромагнитной энергии, связанной с электронными переходами в атомах и молекулах вещества, интерференция и дифракция, отражение и преломление на границах прозрачных сред                                                            | Глаз, фотоэлемент, тела, поглощающие видимый свет | Видимые источники света, осветительные приборы, лазеры, фотография и фотоэлементы          |
| УФ-излучение      | Солнце, ртутная лампа                  | $4 \cdot 10^{-7}$ -<br>$10^{-9}$          | Перенос электромагнитной энергии, связанной с электронными переходами в атомах вещества, интерференция и дифракция, высокая проникающая способность для оптически непрозрачных сред                                                            | Фотоэлемент, тела, поглощающие УФ-излучение       | Уф источники излучения, облучающие приборы, лазеры, фотоэлементы, медицинское оборудование |
| Рентгеновское     | Солнце, рентгеновская трубка           | $10^{-9}$ -<br>$6 \cdot 10^{-12}$         | Перенос электромагнитной энергии, связанной с электронным торможением в веществе, интерференция и дифракция, очень высокая проникающая способность для оптически непрозрачных сред, ионизация газов, опасность для живых организмов            | Любые тела                                        | Дефектоскопия, рентгеноструктурный анализ, медицинское и научное оборудование              |
| Гамма-излучение   | Радиоактивные вещества, солнечные лучи | менее<br>$6 \cdot 10^{-12}$               | Перенос электромагнитной энергии, связанной с радиоактивным распадом и процессами внутри атомных ядер, очень высокая проникающая способность для оптически непрозрачных сред, ионизация газов и других веществ, опасность для живых организмов | Любые тела                                        | $\gamma$ - структурный анализ, медицинское и научное оборудование                          |

Таблица 6

Схема анализа ответов учащихся по результатам контрольной работы  
«Вариант 11»

| №<br>п/п | Фа-<br>милia         | Элементы ответа задачи №1                                  |                                              |                                            |                                                            |                                                  | Элементы ответа за-<br>дачи №2                   |                                                                       |                                                                        | Элементы ответа за-<br>дачи №3                                      |                                                                                                 |                                                                          | Чи<br>сло<br>пра<br>вил<br>ьн<br>ых<br>от-<br>ве-<br>тов |
|----------|----------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|          |                      | За-<br>пи-<br>сано<br>усло-<br>вие в<br>сим-<br>во-<br>лах | Запи-<br>сана<br>фор-<br>мула<br>объе-<br>ма | Запи-<br>сана<br>фор-<br>мула<br>масс<br>ы | Вы-<br>чис-<br>лен<br>объ-<br>ем,<br>60<br>см <sup>3</sup> | Вы-<br>чис-<br>лена<br>мас-<br>са,<br>0,42<br>кг | Запи-<br>сано<br>усло-<br>вие в<br>сим-<br>волах | Вы-<br>пол-<br>нен<br>пере-<br>вод<br>4л =<br>0,004<br>м <sup>3</sup> | Запи-<br>сана<br>фор-<br>мула<br>для<br>рас-<br>чета<br>плот-<br>ности | Вы-<br>чис-<br>лена<br>плот-<br>ность<br>, 900<br>кг/м <sup>3</sup> | Запи-<br>сана<br>фор-<br>мула<br>мас-<br>сы<br>через<br>па-<br>лот-<br>ность<br>и<br>объ-<br>ем | Ука-<br>зано,<br>объ-<br>ем<br>како-<br>го<br>брус-<br>ка<br>боль-<br>ше |                                                          |
| 1        | А                    | +                                                          | +                                            | +                                          | +                                                          | +                                                | +                                                | +                                                                     | +                                                                      | +                                                                   | +                                                                                               | +                                                                        | 11                                                       |
| 2        | В                    | +                                                          | -                                            | +                                          | +                                                          | +                                                | +                                                | -                                                                     | +                                                                      | +                                                                   | -                                                                                               | +                                                                        | 8                                                        |
| 3        | С                    | +                                                          | -                                            | -                                          | +                                                          | +                                                | -                                                | -                                                                     | -                                                                      | +                                                                   | -                                                                                               | +                                                                        | 5                                                        |
| 4        | D                    | +                                                          | -                                            | +                                          | +                                                          | +                                                | +                                                | +                                                                     | +                                                                      | +                                                                   | -                                                                                               | -                                                                        | 9                                                        |
|          | ...                  |                                                            |                                              |                                            |                                                            |                                                  |                                                  |                                                                       |                                                                        |                                                                     |                                                                                                 |                                                                          |                                                          |
| 10       | J                    | +                                                          | +                                            | +                                          | +                                                          | +                                                | +                                                | +                                                                     | -                                                                      | +                                                                   | +                                                                                               | +                                                                        | 10                                                       |
| Итог     | Пра-<br>виль-<br>ных | 10                                                         | 7                                            | 9                                          | 9                                                          | 8                                                | 10                                               | 7                                                                     | 9                                                                      | 7                                                                   | 5                                                                                               | 8                                                                        | Σ                                                        |

### **ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

#### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ (ЭКЗАМЕНУ)**

1. Концепция физического образования.
2. Цели и задачи физического образования
3. Содержание и структура курса физического образования
4. Методы физического образования в 11(12)-летней школе
5. Концепция профильного обучения на старшей ступени общего образования
6. Итоговая аттестация выпускников основной школы и организация поступления в старшую школу
7. Требования к уровню подготовки по физике выпускников основной школы
8. Владеть методами научного познания
9. Владеть основными понятиями и законами физики
10. Воспринимать, перерабатывать и предъявлять учебную информацию в различных формах (словесной, образной, символической)
11. Обязательный минимум содержания основного общего образования
12. Требования к уровню подготовки по физике выпускников средней (полной) школы. Гуманитарный профиль. Уровень А
13. Понимать сущность метода научного познания окружающего мира
14. Владеть основными понятиями и законами физики
15. Воспринимать, перерабатывать и предъявлять учебную информацию в различных формах (словесной, образной, символической)
16. Владеть понятиями и представлениями физики, связанными с жизнедеятельностью человека
17. Требования к уровню подготовки по физике выпускников средней (полной) школы. Общеобразовательный профиль. Уровень В
18. Понимать сущность метода научного познания окружающего мира
19. Владеть основными понятиями и законами физики
20. Воспринимать, перерабатывать и предъявлять учебную информацию в различных формах (словесной, образной, символической)
21. Владеть понятиями и представлениями физики, связанными с жизнедеятельностью человека
22. Обязательный минимум содержания среднего (полного) общего образования
23. Задачи и методы проверки успеваемости учащихся
24. Какие успехи учащихся следует проверять и оценивать при обучении физике
25. Методы и средства проверки успехов учащихся
26. Текущая проверка
27. Итоговая проверка
28. Требования к уровню овладения знаниями и умениями
29. Оценка успеваемости учащихся
30. Оценка ответов учащихся
31. Применение тестов с выбором ответа
32. Поэлементный анализ письменных работ учащихся

33. Критерии оценки результатов экспертизы
34. Использование компьютера для проверки знаний учащихся
35. Особенности проверки и оценки выполнения лабораторных работ
36. Проверка и оценка успеваемости учащихся VII-VIII классов
37. Текущий опрос учащихся
38. Домашние экспериментальные задания, рассказы о наблюдениях, выполненных по заданию учителя или по инициативе самого ученика
39. Другие виды проверки успеваемости учащихся. Контрольные лабораторные работы в VII-VIII классах
40. Оценивание умения работать с учебной литературой, ведения записей в рабочих тетрадях
41. Итоговая проверка знаний и умений учащихся
42. Проверка и оценка успеваемости учащихся IX-XI(XII) классов
43. Раздел физики – «Механика»
44. Знания и умения, подлежащие проверке
45. Система проверки
46. Раздел физики – «Молекулярная физика и термодинамика»
47. Базовый уровень усвоения учебного материала
48. Задания для письменной проверки усвоения учебного материала по разделу
49. Раздел физики – «Электродинамика»
50. Базовый уровень усвоения учебного материала
51. Система проверки результатов усвоения учебного материала по разделу
52. Раздел физики – «Квантовая физика»
53. Базовые вопросы раздела
54. Система проверки усвоения основных вопросов по разделу

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### ВОПРОСЫ К ТЕМАТИЧЕСКИМ РАЗДЕЛАМ

#### **К разделу Механика**

1. Основные понятия кинематики. Кинематика материальной точки. Прямолинейное движение с постоянной и переменной скоростью
2. Криволинейное движение. Угловые и линейные характеристики движения. Нормальное, тангенциальное и полное ускорения.
3. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.
4. Понятия о силе и массе. Второй и третий закон Ньютона. Импульс. Связь между силой и изменением импульса. Закон сохранения импульса.
5. Работа консервативных и неконсервативных сил. Работа и мощность.
6. Потенциальная и кинетическая энергия. Законы сохранения энергии.
7. Гравитационное поле: напряженность и потенциал. Закон всемирного тяготения. Понятие о невесомости. Космические скорости.
8. Механика жидкостей и газов. Законы Паскаля и Архимеда.
9. Колебательные движения. Гармонические колебания, их основные характеристики. Дифференциальные уравнения свободных колебаний. Маятники. Резонанс и его роль в технике.

#### **К разделу Молекулярная физика и термодинамика**

1. Идеальный газ. Уравнение Менделеева - Клапейрона. Закон Авогадро. Изопроцессы.
2. Абсолютная шкала температур. Основные положения МКТ. Распределение скоростей молекул по Максвеллу и его опытное подтверждение.
3. Связь температуры с энергией молекулярного движения. Основное уравнение МКТ газов. Длина свободного пробега молекул.
4. Теплота и работа как форма передачи энергии. Первый закон термодинамики. Работа при изопроцессах.
5. Цикл Карно и его КПД. Работа тепловых и холодильных машин.
6. Насыщенные и ненасыщенные пары. Критическое состояние. Точка росы. Сжижение газов. Получение низких температур.
7. Силы межмолекулярного взаимодействия. Структура кристаллических и аморфных тел, жидкостей и газов. Деформация тел.
8. Фазовые переходы: плавление и отвердевание, теплота плавления.

#### **К разделу Электродинамика**

1. Строение атома и элементарный электрический заряд. Закон сохранения заряда. Взаимодействие заряженных тел. Закон Кулона.
2. Напряженность и потенциал электрического поля. Разность потенциалов. Связь между напряженностью и потенциалом.
3. Графическое изображение электрических полей. Принцип суперпозиции. Однородное поле и поле точечного заряда.
4. Диэлектрики. Поляризация диэлектриков.

5. Проводники в электрическом поле. Емкость. Конденсаторы, их виды и способы соединения. Энергия электрического поля.
6. Электрический ток. Виды носителей заряда. Сила тока. Напряжение на участке цепи. Закон Ома для участка цепи.
7. Сопротивление проводника, зависимость сопротивления от параметров проводника и температуры. Соединение резисторов.
8. Электрический ток в металлах. Классическая электронная теория проводимости металлов.
9. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа для разветвленной цепи.
10. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля - Ленца.
11. Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковый диод, транзистор, фото- и терморезисторы, принципы их использования
12. Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея для электролиза. Применение электролиза.
13. Электрический ток в газах. Виды разрядов, их использование в технике.
14. Электрический ток в вакууме. Электронно-лучевая трубка.
15. Магнитное поле. Индукция магнитного поля.
16. Закон Ампера. Взаимодействие токов. Принцип осуществления стандарта силы тока в СИ.
17. Сила Лоренца.
18. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Принцип работы электродвигателя.
19. Явление электромагнитной индукции. опыты Фарадея. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
20. Явление самоиндукции. Энергия магнитного поля.
21. Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики. Постоянные магниты и электромагниты.
22. Колебательный контур. Гармонические и затухающие электромагнитные колебания. Формула Томпсона.
23. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс. Генератор незатухающих колебаний.
24. Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн. Природа света.

**К разделу «Квантовая физика. Оптика, атомная и ядерная физика. Элементарные частицы»**

1. Основные выводы из теории электромагнетизма Максвелла. Природа света.
2. Основные положения из СТО. Постулаты СТО, выводы о свойствах пространства и времени. Связь  $E$  и  $p$ , свойства фотона, следующие из СТО.
3. Законы отражения и преломления света. Полное отражение. Проявление законов отражения и преломления в природе.
4. Плоское зеркало. Формула зеркала. Построение изображений в зеркале.

5. Линза. Формула линзы. Построение изображений в линзе.
6. Глаз как оптическая система. Очки. Оптические приборы, вооружающие глаз (лупа, микроскоп, телескоп).
7. Уравнение световой волны. Интерференция света и методы ее наблюдения. Кольца Ньютона.
8. Дифракция света. Принцип Гюйгенса - Френеля. Дифракционная решетка.
9. Поляризация света. Законы Малюса и Брюстера. Двойное лучепреломление. Поляризационные приборы. Использование явления поляризации.
10. Опыты Ньютона по дисперсии света, характеристика явления дисперсии. Спектры. Спектроскоп.
11. Тепловое излучение. Абсолютно черное тело (АЧТ), законы излучения АЧТ. Кванты света. Формула Планка.
12. Фотоэффект. Работы Столетова. Кванты света, формула Эйнштейна. Фотоэлементы.
13. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома Резерфорда - Бора.
14. Квантовые постулаты Бора. Теория атома водорода по Бору. Излучение и поглощение энергии атомом. Опыты Франка и Герца.
15. Принцип Паули. Распределение электронов по оболочкам атомов, объяснение периодичности свойств химических элементов. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева.
16. Естественная радиоактивность. Свойства  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -лучей. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Законы смещения.
18. Энергия связи ядер. Удельная энергия связи. Дефект массы. Ядерные силы. Условие стабильности атомных ядер.
19. Искусственная радиоактивность. Типы ядерных реакций.
20. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции. Проблема управляемого термоядерного синтеза.
21. Элементарные частицы. Типы взаимодействия элементарных частиц. Классификация элементарных частиц.

Учебное текстовое электронное издание

**Плугина Наталья Александровна  
Дозоров Виктор Анатольевич  
Панова Людмила Петровна**

**СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА  
КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ**

Учебное пособие

1,37 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2020 год  
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»  
Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,  
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова»  
Кафедра прикладной и теоретической физики  
Центр электронных образовательных ресурсов и  
дистанционных образовательных технологий  
e-mail: ceor\_dot@mail.ru