

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Российская академия образования»**

**Проект научно-обоснованной концепции  
модернизации содержания и технологий преподавания предметной области  
«Естественнонаучные предметы. Физика»**

**Москва 2017**

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Введение   | 4  |
| Описание действующих нормативных документов  | 9  |
| Концептуальное описание физического образования в текущей ситуации. Роль и место физического образования в системе знаний школьников о современном мире  | 12 |
| Цели и задачи реализации предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»  | 26 |
| Основные содержательные линии предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»   | 28 |
| Приоритетные подходы/направления/методы в преподавании предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»  | 35 |
| Инструментарий и средства материально - технического обеспечения   | 38 |
| Основные формы и виды учебной деятельности   | 43 |
| Требования ФГОС к результатам обучения (личностным, предметным, метапредметным) по основным образовательным программам   | 46 |
| Требования к кадровым условиям реализации основных образовательных программ в соответствии с ФГОС  | 54 |
| Рекомендации по использованию действующих учебников и учебно-методических комплектов, по разработке новых, включая электронные образовательные ресурсы, мультимедийные средства  | 56 |
| Описание факторов, способствующих повышению качества преподавания физики, наиболее эффективных подходов к преподаванию физики, рекомендаций по их использованию с учетом региональной специфики                                      | 58 |
| Научно-обоснованные предложения по модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»  | 62 |
| Структурные и организационные схемы в отношении внедрения нового содержания и новых технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»   | 69 |
| Описание процессов нормативно-правового, научно-методического, кадрового, материально-технического, программного и информационно-ресурсного обеспечения образовательной деятельности   | 71 |
| Система планирования деятельности по реализации концепций в соответствии с поставленными целями и задачами и описание порядка их внедрения, механизмы мониторинга результатов реализации концепций, ключевые показатели и индикаторы | 74 |

|  |    |
|--|----|
| эффективности реализации концепций (не менее 20 показателей и индикаторов)   |    |
| Условия эффективности реализации концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» (включая ключевые показатели и индикаторы эффективности реализации концепции, механизмы мониторинга результатов реализации концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика») | 76 |
| «Дорожная карта» по внедрению концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» (на период до 2020 года)  | 81 |
| Основные направления работы с концепцией предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» на период до 2020 года   | 90 |

## Введение

Разрабатывая проект научно-обоснованной концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», необходимо рассматривать эту задачу в контексте модернизации содержания и технологий преподавания всей предметной области «Естественнонаучные предметы». Естественные науки объединяет общий объект изучения - природа, общий метод изучения окружающего мира, так называемый естественнонаучный метод познания. Это должно обуславливать и общие подходы к преподаванию естественнонаучных предметов, включая тесные межпредметные связи между ними.

Рассмотрение школьных естественнонаучных предметов как единого комплекса характерно для многих развитых стран, в том числе и занимающих по результатам международных исследований лидирующие позиции в естественнонаучном образовании. В этих странах разработаны стандарты именно естественнонаучного образования, а не отдельных учебных предметов, при этом особенности изучения самих предметов – физики, химии, биологии, физической географии – отражены в этих стандартах в контексте общих задач и идей естественнонаучного образования. В ФГОС основного и среднего общего образования родственные учебные предметы также объединяются в «предметные области», для которых, в том числе для предметной области «Естественнонаучные предметы» (основная школа) или «Естественные науки» (старшая школа), формулируются общие требования к образовательным результатам.

Естественные науки и физика, как одна из главных естественных наук, играют ключевую роль в получении знаний о мире, развитии технологий и, в конечном счете, во многом определяют образ жизни и мировоззрение современного человека. Поэтому естественнонаучное образование является важнейшей частью общего образования. Наряду с математическим образованием, именно естественнонаучное образование, уже начиная с начальной школы, должно готовить российских граждан к жизни и работе в условиях современной инновационной экономики, которая может обеспечить реальное благосостояние населения и выход России на передовые мировые позиции в науке и технологиях. Задачи школьного естественнонаучного образования в целом, и физического образования, в частности, состоят не только в выявлении талантливых молодых людей, подготовке их для продолжения образования и дальнейшей профессиональной деятельности в области естественнонаучных исследований и создания новых технологий. Не менее важным является формирование естественнонаучной грамотности и интереса к науке у основной массы учащихся, которые в дальнейшем будут заняты в самых разнообразных сферах деятельности. Естественнонаучная грамотность – это не просто желаемый образовательный результат, но важная

характеристика гражданского общества. Научно грамотный человек способен к критическому анализу информации, самостоятельности суждений, пониманию роли науки и технологических инноваций в развитии общества. И наоборот, человек, не обладающий минимумом естественнонаучной грамотности, будет жить в плену мифов и предрассудков, а не доказательных суждений, не сможет оперировать фактическими данными для обоснования своей точки зрения, не будет осознавать важности научных исследований и их связи с нашим материальным окружением и состоянием окружающей среды.

Российская Федерация является активным участником международного образовательного сообщества, в котором в последние годы получило широкое распространение понятие «навыки XXI века». Это те ключевые навыки, которыми должен обладать человек, стремящийся к продуктивной деятельности и активному участию в жизни общества. С теми или иными незначительными вариациями в эту группу относят:

- базовую грамотность (в нашем случае – естественнонаучную грамотность);
- компетенции (критическое и инновационное мышление, умения работать в команде, умение общаться);
- личностные качества (любопытность, инициативность, настойчивость и т.д.).

В большинстве развитых стран мира естественнонаучная грамотность рассматривается именно в контексте формирования «навыков XXI века» и формулируется как основная цель школьного естественнонаучного образования.

Согласно определению, используемому в международном исследовании качества образования PISA и принятому большинством стран, «естественнонаучная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, его готовность интересоваться естественнонаучными идеями. Научно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетентностей:

- научно объяснять явления, т.е. распознавать, предлагать и оценивать объяснения некоторого круга природных и технологических явлений;
- применять методы естественнонаучного исследования, т.е. описывать и оценивать научные исследования, а также предлагать научные способы решения проблем;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства, т.е. анализировать и оценивать данные, утверждения и аргументы, представленные в различных формах, и получать на основании этого обоснованные выводы.

Для формирования у школьников интереса к естественным наукам и естественнонаучной грамотности необходимо понимать, что естественнонаучные предметы в школе – это не

адаптированный вариант соответствующих университетских курсов. Эти учебные предметы должны давать представление школьникам о науке, прежде всего, как об особой познавательной деятельности, дающей результат в виде новых знаний о мире. Любая деятельность должна быть оснащена соответствующими инструментами. Для научной познавательной деятельности эти инструменты – научные знания и научные методы исследования. В ходе этой деятельности формируются определенные качества личности, такие как любознательность, креативность, критическое мышление, объективность, честность, настойчивость, ответственность, открытость к восприятию новых идей и иных мнений. Наконец, или в первую очередь, для того чтобы эта деятельность вообще была возможна, необходимы мотивация, увлеченность учащегося. Научить «из-под палки» физике, химии или биологии нельзя. Таким образом, в процессе обучения надо создавать ситуации, когда «обнаружение» нового знания и понимание учеником естественнонаучных идей ощущалось бы им как радость открытия.

В концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» как часть предметной области «Естественнонаучные предметы» целостная система школьного естественнонаучного образования может рассматриваться в трех основных «измерениях»:

– виды деятельности, характерные для естественнонаучного познания, среди которых ведущими являются следующие: постановка естественнонаучных вопросов, создание и использование моделей, планирование и проведение исследований, анализ полученной информации и интерпретация данных, выдвижение гипотез и построение объяснений, проведение рассуждений, основанных на научных доказательствах, получение, оценка и передача информации;

– «сквозные», или метапредметные, содержательные линии, общие для всех естественнонаучных дисциплин: естественнонаучный метод изучения природы; универсальные структуры и закономерности; причинно-следственные связи; масштабы, пропорции, количества; системы и модели систем; энергия и вещество: потоки, циклы, сохранение; структура и функция; случайность и вероятность;

– основные содержательные линии предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»: естественнонаучный метод исследования; строение и свойства вещества, физические превращения вещества; движение и взаимодействие тел; механическая энергия и её превращения; электромагнитное взаимодействие; электромагнитное поле, его частные проявления; колебания и волны; частицы, волны, кванты, строение материи, взаимосвязь и взаимопревращения вещества и поля; физика как основа техники и технологий; строение и эволюция Вселенной.

Изучение естественных наук в школе (и физики, в частности) будет иметь осмысленный и согласованный характер, если все эти три измерения найдут отражение в стандартах, программах, системах оценивания для каждого естественнонаучного предмета.

Разработка проекта научно-обоснованной концепции модернизации содержания и технологии преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» невозможна без четкого определения места учебного предмета в обязательной части учебных планов начального, основного и среднего общего образования. В соответствии с Примерными основными образовательными программами начального общего, основного общего и среднего общего образования содержание образования, относящиеся к области физики, реализуется в рамках следующих учебных предметов:

- «Окружающий мир» в 1-4 классах;
- «Физика» в 7-9 классах;
- «Естествознание» в 10-11 классах (базовый уровень);
- «Физика» в 10-11 классах (базовый уровень);
- «Физика» в 10-11 классах (углубленный уровень).
- *«Астрономия» в 11 классах (планируется введение как отдельного предмета).*

В начальной школе изучение естественных наук является частью учебного предмета «Окружающий мир». К сожалению, программа этого предмета не предусматривает пропедевтического знакомства с физическими явлениями, а лишь предлагает начальные сведения об агрегатных состояниях воды и свойствах воздуха. В 5-6 классах в предметной области «Естественнонаучные предметы» предусмотрено изучение только систематических курсов биологии и географии, т.е. во ФГОС произошел полный отказ от существовавшей ранее возможности изучения в младшем подростковом возрасте интегрированного курса естествознания, который включал бы и физическую составляющую. Таким образом, обучение физике в общеобразовательной организации начинается лишь с 7 класса и включает курс физики основной школы с рекомендуемым объемом учебной нагрузки 2 часа в неделю в 7 классе, 2 часа в неделю в 8 классе и 3 часа в неделю в 9 классе.

В средней общеобразовательной школе предполагается уровневый подход к изучению физики. Для классов гуманитарной направленности предусмотрено изучение интегрированного курса естествознания, в рамках которого содержание физики занимает ведущую позицию. Для классов, где физика не выбирается в качестве одного из профильных предметов, но является необходимым условием получения качественного образования и будет востребована при получении будущей профессии (например, в химико-биологических, медицинских, спортивных классах) изучается базовый курс физики с рекомендуемым объемом учебной нагрузки 3 часа в неделю в 10 и 11 классах. В профильных классах (например, физико-математических или

технологических), где физика выбирается обучающимися как предмет для получения дальнейшей профессии, изучается углубленный курс физики с объемом учебной нагрузки 5 часов в неделю в 10 и 11 классах.

Следует отметить, что основы астрономических знаний традиционно являются частью физического образования. В советской школе этот блок изучался в рамках отдельного предмета «Астрономия», а последние два десятка лет входит в курсы физики основной и средней общеобразовательной школы в качестве отдельного небольшого раздела. Возможное решение Министерства образования и науки Российской Федерации о введении учебного предмета «Астрономия» в 11 классе расширяет спектр предметов естественнонаучной области в средней школе. Однако изучение астрономии невозможно без обращения к базовым знаниям по физике, поэтому разработка программы этого курса должна быть скоординирована с программой курсов физики средней школы.

## Описание действующих нормативных документов

### Документы стратегического характера

1. Поручения Президента Российской Федерации по итогам Госсовета по образованию 23 декабря 2015 г.

*Одно из поручений Президента РФ В.В. Путина определяет стратегические ориентиры при создании концепций предметных областей: «Разработать комплекс мер, направленных на систематическое обновление содержания общего образования на основе результатов мониторинговых исследований и с учётом современных достижений науки и технологий, изменений запросов учащихся и общества, ориентированности на применение знаний, умений и навыков в реальных жизненных ситуациях».*

2. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации // Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.

*В данном документе определяются цель и основные задачи научно-технологического развития Российской Федерации, устанавливаются принципы, приоритеты, основные направления и меры реализации государственной политики в этой области.*

*Школьное естественнонаучное образование в целом и физическое образование в частности имеют непосредственное отношение к реализации этих задач, готовя молодых людей к будущей деятельности в области науки и современных технологий.*

### Нормативные документы, регламентирующие содержание физического образования

В процессе работы в качестве нормативных документов анализировались ФГОС и соответствующие им примерные основные общеобразовательные программы (далее – ПООП). На уровне начального общего образования обучение ведется в соответствии с ФГОС НОО и соответствующей ему ПООП. На уровне основного общего образования обязательный переход всех образовательных организаций (далее – ОО) на новые основные образовательные программы, соответствующие требованиям ФГОС ООО осуществлен с 1 сентября 2015 года (5 классы), поэтому окончательный переход всех классов основной школы на этот стандарт еще не произошел. На уровне среднего общего образования обучение ведется в соответствии с ФК ГОС, лишь в отдельные ОО в качестве эксперимента вводят отдельные элементы ФГОС СОО. Поэтому данных о каких-либо результатах обучения физике в основной и средней школе в соответствии с этими стандартами пока не существует.

Ниже приведен перечень нормативных документов с краткой характеристикой тех элементов, которые относятся к обучению физике.

1. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (Приказ Министерства образования и науки РФ № 373 от 06.10.2009 г.) в части одного из требований к предметным результатам по предмету «Окружающий мир»: освоение доступных способов изучения природы (наблюдение, измерение, опыт), который относится к преемственности методологических умений для всей области естественнонаучных предметов. Требования к освоению каких-либо содержательных линий естественнонаучной области в этом документе нет.

2. Примерная основная образовательная программа начального общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию. Протокол от 8 апреля 2015 года. № 1/15) в части программы по предмету «Окружающий мир».

3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Приказ Министерства образования и науки РФ №1897 от 17.12.2010 г. Приказ Минобрнауки России от 29.12.2014 г. № 1644) в части требований к предметным результатам по предмету «Физика».

4. Примерная основная образовательная программа основного общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию. Протокол от 8 апреля 2015 года. № 1/15). Разделы:

- планируемые предметные результаты освоения ООП «Физика»;
- примерные программы отдельных учебных предметов. «Физика»;
- примерный учебный план.

5. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (Приказ Министерства образования и науки РФ № 413 от 06.10.2009 г.) в части требований к предметным результатам по предмету «Физика» и предмету «Естествознание».

6. Примерная основная образовательная программа среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию. Протокол от 28 июня 2016 года. № 2/16-з). Разделы:

- планируемые предметные результаты освоения ООП. «Физика», базовый уровень;
- планируемые предметные результаты освоения ООП. «Физика», углубленный уровень;
- примерные программы отдельных учебных предметов. «Физика», базовый уровень;
- примерные программы отдельных учебных предметов. «Физика», углубленный уровень.
- примерный учебный план.

7. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 336 от 30.03.2016 года «Об утверждении перечня средств обучения и воспитания, необходимых для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования, соответствующих современным условиям обучения, необходимого при оснащении общеобразовательных организаций в целях реализации мероприятий по содействию созданию в субъектах Российской Федерации (исходя из прогнозируемой потребности) новых мест в общеобразовательных организациях, критериев его формирования и требований к функциональному оснащению, а также норматива стоимости оснащения одного места обучающегося указанными средствами обучения и воспитания».

**Концептуальное описание физического образования в текущей ситуации**  
**Роль и место предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» в системе**  
**знаний школьников о современном мире**

«Физика» – системообразующий учебный предмет для предметной области «Естественнонаучные предметы», поскольку физические законы лежат в основе процессов и явлений, изучаемых химией, биологией, астрономией и физической географией. Использование и активное применение физических знаний определило характер и бурное развитие разнообразных технологий в сфере энергетики, транспорта, освоения космоса, получения новых материалов с заданными свойствами и др. Без физики было бы невозможным само появление информационных технологий, лавинообразное развитие вычислительной техники. В качестве школьного предмета физика вносит основной вклад в формирование естественнонаучной картины мира школьников и предоставляет наиболее ясные образцы применения научного метода познания, то есть способа получения достоверных знаний об окружающем мире. Наконец физика – это предмет, который наряду с другими естественнонаучными предметами, должен дать школьникам представление об увлекательности научного исследования и радости самостоятельного открытия нового знания.

По этим причинам физика должна быть представлена на протяжении практически всего периода школьного образования. При этом в начальной школе и сходном с ней этапе 5-6 классов физические знания должны занимать свое место в составе интегрированных естественнонаучных курсов, а акцент в обучении делается на наглядном знакомстве школьников с физическими явлениями и на таких действиях, как наблюдение, описание явлений, предположения об их причинах, простейшие опыты и измерения. В 7-9 классах физика преподается в виде обязательного для всех учащихся систематического курса, и ключевым здесь является экспериментальное исследование физических явлений, применение физических знаний в реальных жизненных ситуациях, понимание связи физики с окружающими нас устройствами и технологиями. В старшей профильной школе (10-11 классы) физика изучается в рамках интегрированного курса, либо отдельного предмета. Причем на углубленном уровне она изучается как научная дисциплина, имеющая непосредственное отношение к будущей научной или инженерной профессиональной сфере деятельности, выбранной учащимся. В то время как на базовом уровне – это предмет, который должен формировать понимание роли физики и других естественных наук в современном мире, помогать учащемуся ориентироваться в потоке информации, относящейся к естественным наукам и технологиям.

В процессе работы был проведен анализ реализации программ по физике на основе данных, полученных по результатам проведения:

- единого государственного экзамена по физике,

- международных сравнительных исследований качества математического и естественнонаучного образования TIMSS,
- международного сравнительного исследования образовательных достижений учащихся PISA,
- международных олимпиад по физике.

Основные результаты единого государственного экзамена по физике

Единый государственный экзамен проводится в штатном режиме с 2009 года. Единый государственный экзамен по физике является экзаменом по выбору выпускников и предназначен для дифференциации при поступлении в высшие учебные заведения. В таблице 1 приведены данные о числе участников ЕГЭ по физике за последние три года.

Таблица 1

Участники ЕГЭ по физике в 2014-2016 гг.

| Год  | Число участников ЕГЭ по физике | В % к общему числу участников ЕГЭ |
|------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 2014 | 177 195                        | 24,2%                             |
| 2015 | 166 935                        | 23,8%                             |
| 2016 | 167 472                        | 24,5%                             |

В процентном отношении к общему числу выпускников число выбравших физику для поступления в вузы остается примерно на одном и том же уровне.

Каждый вариант экзаменационной работы проверяет элементы содержания всех разделов школьного курса физики (механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика), при этом для каждого раздела предлагаются задания разных уровней сложности. Наиболее важные с точки зрения продолжения образования в высших учебных заведениях содержательные элементы контролируются в одном и том же варианте заданиями разных уровней сложности. Приоритетом при конструировании КИМ является необходимость проверки предусмотренных стандартом видов деятельности (с учетом ограничений в условиях массовой письменной проверки знаний и умений обучающихся): усвоение понятийного аппарата школьного курса физики, овладение методологическими умениями, применение знаний при объяснении физических явлений и решении задач. Овладение умениями по работе с информацией физического содержания проверяется опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах (графики, таблицы, схемы).

Наиболее важным видом деятельности с точки зрения успешного продолжения образования в вузе является решение задач. Каждый вариант включает в себя задачи по всем разделам разного

уровня сложности, позволяющие проверить умение применять физические законы и формулы как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания. Объективность проверки заданий с развернутым ответом обеспечивается едиными критериями оценивания, участием двух независимых экспертов, оценивающих одну работу, возможностью назначения третьего эксперта и наличием процедуры апелляции.

Среди заданий базового уровня выделяются задания, содержание которых соответствует стандарту базового уровня. Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, подтверждающее освоение выпускником программы среднего (полного) общего образования по физике, устанавливается исходя из требований освоения стандарта базового уровня. Использование в экзаменационной работе заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяет оценить степень подготовленности учащегося к продолжению образования в вузе.

Анализ результатов выполнения экзаменационной работы за три 2014-2016 гг. позволяет сделать следующие **выводы**:

1. Отмечается крайне сильная дифференциация результатов экзамена по разным регионам. Так в 2016 году средний балл в целом по Российской Федерации был равен 50,02 баллам, при этом разброс по разным регионам составил от 32,5 до 57,9 баллов. Не достигли минимальной границы в среднем по РФ 6,1% участников, при этом разброс по регионам составил от 1,6% до 47,6% не достигших минимальной границы.

2. Распределение тестовых баллов участников экзамена показывает слабую подготовку большинства выпускников, претендующих на поступление в физико-технические вузы. Почти три четверти участников экзамена успешно выполняют лишь задания базового уровня. Примерно четверть участников ЕГЭ демонстрируют умения выполнять задания повышенного уровня и решать стандартные задачи по физике. И лишь немногим более 11% от числа всех участников экзамена показывают умения выполнять задания высокого уровня сложности и готовность к успешному обучению в вузах по физическим специальностям.

3. На протяжении последних трех лет не демонстрируется существенной положительной динамики в освоении какого-либо вида деятельности или какого-либо элемента содержания. Самые высокие результаты показывают задания на проверку основных формул и законов школьного курса физики с использованием простейших расчетов. Однако, отмечаются существенные затруднения при выполнении заданий на объяснение физических явлений и определение характера изменения физических величин при протекании различных процессов, а также при построении объяснений с опорой на изученные законы и явления для качественных задач. Таким образом, основным результатом обучения физике является заучивание перечня

необходимых законов и формул без должного понимания смысла этих законов и возможностей их использования для объяснения физических процессов.

4. Результаты решения задач с развернутым ответом (наиболее важный вид деятельности, востребованный при поступлении в инженерно-физические вузы) показывают, что только около 26 000 выпускников осваивают решение задач на применение знаний в измененных ситуациях и полностью готовы к обучению в вузе. Это говорит о том, что большое число участников ЕГЭ по физике не имеют возможности полноценного изучения курса физики профильного уровня с учебной нагрузкой не менее 5 часов в неделю. Низкие результаты по решению задач говорят о недостатке учебного времени, о том, что физика изучается преимущественно на базовом уровне с нагрузкой 2 часа в неделю, при которой учителя стремятся изучить весь спектр теоретических вопросов традиционного курса физики, но времени на формирование сложных видов деятельности (в том числе и на освоение решения задач) явно не хватает.

5. Анализ содержания экзаменационных задач в совокупности с результатами их выполнения свидетельствует о том, что в методике главенствует принцип, при котором учащимся предлагается «заучить как можно больше решений типовых задач». При таком подходе решение задач из сложной самостоятельной деятельности превращается практически в репродукцию, при которой показанные учителем алгоритмы решения без должного анализа и осмысления применяются к аналогичным задачам. Качественные задачи в КИМ ЕГЭ по физике относятся к заданиям повышенного уровня, но демонстрируют результаты ниже, чем сложные расчетные задачи. Очевидно, в процессе обучения физике недостаточно времени отводится деятельности по объяснению явлений вообще и по построению связных письменных объяснений с аргументами.

6. Анализ результатов выполнения заданий, проверяющих методологические умения, показывает, что участники экзамена успешно овладевают такими умениями, как выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе, запись показаний прибора с учетом заданной абсолютной погрешности измерений, построение графиков зависимостей величин по результатам опыта с учетом абсолютных погрешностей измерений. Однако низкие результаты для заданий, построенных на фотографиях реальных опытов, говорит о том, что эти умения формируются по большей части при работе над заданиями теоретического плана, а не в процессе выполнения лабораторных работ на реальном оборудовании. К сожалению, при проведении ЕГЭ по физике в силу технологических сложностей сформированность методологических умений можно проверить только посредством модельных теоретических заданий. Однако, полноценное овладение приемами проведения измерений и опытов возможно только при выполнении лабораторных опытов на реальном оборудовании. Результаты ЕГЭ косвенно свидетельствуют, что учителя уменьшают учебное время, отводимое в программе профильных классов на лабораторные работы

и работы практикума. Это негативно сказывается не только на формировании умений, связанных с проведением опытов и измерений, но и на освоении содержания и формировании умений объяснять физические явления и процессы.

7. Практически по всем способам деятельности существует тенденция более высоких результатов выполнения заданий по механике, чем по квантовой физике и последним темам электродинамики (при одинаковой сложности задания по механике имеют более высокие средние проценты выполнения). Это свидетельствует о существующем в процессе преподавания «перекосе» затрат учебного времени между разделами физики в пользу механики.

8. По результатам ЕГЭ можно отметить и отдельные темы, методика преподавания которых нуждается в совершенствовании. В первую очередь, это элементы статики, поскольку здесь низкие результаты продемонстрированы как для простых заданий базового уровня, так и для расчетных задач. «Проблемной зоной» традиционно являются насыщенные пары и влажность воздуха. Здесь трудности возникают на уровне понимания физики процессов (получение насыщенного пара, кипение жидкости, изменение влажности воздуха). В электродинамике наиболее сложными оказываются задания на понимание явления электромагнитной индукции, в квантовой физике – явление испускания и поглощения света атомом.

Основные результаты международного сравнительного исследования  
математической и естественнонаучной подготовки TIMSS в области физики

Международное сравнительное исследование качества математического и естественнонаучного образования TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) является мониторинговым исследованием в области общего образования, которое позволяет проследить тенденции развития математического и естественнонаучного общего образования с 1995 года. Исследование проводится каждые четыре года в 4 и 8 классах.

В последнем цикле исследования в 4 классах приняли участие 47 стран, а в 8 классе – 39 стран, что говорит о представительном характере этого мониторинга.

В 2015 году результаты российских учащихся 4 классов по естествознанию значительно превысили результаты учащихся большинства стран – участниц международного исследования TIMSS. Результаты российских выпускников начальной школы составили 567 баллов по международной шкале. Только учащиеся двух стран, Сингапура и Республики Корея, превзошли учащихся России по результатам данного исследования. С результатами учащихся Японии значимого различия нет. При этом результаты наших учащихся по естествознанию существенно улучшились по сравнению с этапом 2011 года (прирост составил 41 балл).

Результаты учащихся 8 классов России по естествознанию в 2015 году значительно превысили результаты учащихся большинства стран – участниц международного исследования

TIMSS. Средний результат российских восьмиклассников составляет 544 балла по международной шкале. По результатам данного исследования превзошли учащихся России только учащиеся четырех стран Азиатско-Тихоокеанского региона: Сингапура, Японии, Тайваня и Республики Корея. Нет значимого различия результатов россиян с результатами учащихся еще четырех стран: Словении, Гонконга, Англии и Казахстана. По сравнению с предыдущим этапом исследования в 2011 году учащиеся России улучшили свой результат по естествознанию всего на 2 балла, что не является статистически значимым увеличением.

Хотя содержание исследования в 4 и 8 классах касается всего блока естествознания, но в нем можно выделить и те аспекты, которые характерны для обучения физике. Рассмотрим те аспекты исследования TIMSS, которые могут быть использованы для совершенствования физического образования в школе.

В исследовании 4 классов выделяется три содержательных блока: биология, физические науки и география. Содержание международных тестов TIMSS определялось на основе согласованных предложений, высказанных экспертами всех стран-участниц исследования TIMSS, в соответствии с важностью для освоения учащимися начальной школы. Следовательно, эту программу можно считать согласованным международным мнением о наиболее важном содержании естествознания для изучения в начальной школе.

Сравнение программы естественнонаучного содержания тестов TIMSS с отечественными примерными программами показывает существенное расхождение как в объеме изучаемого содержания (отечественный курс содержит меньшее число содержательных единиц), так и в наполнении отдельных тем.

Так, в темах отечественной программы, соответствующих разделу «Биология», отсутствуют вопросы, связанные с первоначальными представлениями о наследственности, в разделе «География» – вопросы, связанные с геологической историей Земли, а в блоке «Физические науки» – целых семь больших тем: источники энергии, тепловые явления, световые и звуковые явления, электрические и магнитные явления, силы и движение. Задания, построенные на содержании этих тем, российские учащиеся выполняли на основе имеющегося запаса внешкольных знаний.

Это позволяет говорить о необходимости корректировки содержания курса «Окружающий мир», введении в него элементов содержания, позволяющих познакомиться учащимся с основными физическими явлениями. Такой подход позволит обеспечить непрерывность физического образования в школе, лучше соотнести характер изучаемого содержания с возрастными особенностями учащихся.

Большое число заданий в исследовании проверяет понимание учащимися отдельных этапов проведения элементарных исследований. К сожалению, этим умениям у нас не уделяется

достаточное внимание, поэтому и результаты выполнения соответствующих заданий не слишком высоки. Это позволяет сделать вывод о необходимости перестройки программы для начальной школы: усилении доли экспериментальных заданий, способствующих формированию простейших методологических умений.

В исследовании для 8 классов все задания по физике относились к разделам, соответствующим примерной программе по физике отечественной школы. Наблюдается хорошее совпадение международной программы с российской программой по физике. Однако здесь есть основания говорить о необходимости изменения методики преподавания предмета, поскольку международные тесты выявляют дисбаланс в формировании способов деятельности.

Наиболее высокие результаты российские учащиеся 8 классов показали при выполнении заданий на воспроизведение фактических знаний и их применение в стандартных учебных ситуациях – 558 баллов, что значимо больше, чем средний результат выполнения всех заданий по естествознанию. Задания на применение знаний в более сложных ситуациях («Применение»), а также задания на объяснение явлений или описание наблюдений и опытов («Рассуждение») российские восьмиклассники выполнили с одинаковым результатом, который равен 538 баллам по международной шкале, что статистически значимо ниже их среднего результата по тесту (см. Диаграмму 1 ).

Диаграмма 1



В двух странах, занявших первые две строки итоговой таблицы результатов, Сингапуре и Японии, ситуация иная: самые высокие баллы получили школьники этих стран, выполняя задания, связанные с более сложной познавательной деятельностью, а именно с применением своих знаний в некоторых измененных ситуациях.

Понятно, что такой характер освоения различных видов деятельности обеспечивается отечественной методикой преподавания естественнонаучных предметов в целом, и физики, в частности.

Сравнение содержания исследования TIMSS по предметам естественнонаучного цикла с контрольными измерительными материалами государственной итоговой аттестации (ОГЭ)

показывает, что в целом в КИМ используется примерно такое же распределение заданий по трем группам умений (воспроизведение, применение, рассуждение). Однако следует отметить, что наблюдается отличие в структуре умений, относящихся к группе «рассуждения, установление причинно-следственных связей». В наших экзаменационных материалах приоритет отдается расчетным задачам (из семи заданий к ним относится 4, т.е. больше половины). В исследовании TIMSS таких заданий минимальное количество, а приоритет отдается заданиям на самостоятельное планирование опытов, объяснение хода опытов и т.п., т.е. тем умениям, которые у нас относятся к методологическим.

Сравнительный анализ учебников для 8 класса и заданий исследования TIMSS показывает, что аппарат усвоения наиболее популярных учебников по физике существенно отличается по соотношению заданий, формирующих различные виды деятельности от международных стандартов исследования TIMSS. В учебниках наибольшее число заданий ориентировано на воспроизведение фактических знаний.

Можно отметить недостаточную насыщенность заданиями, формирующими сложные умения строить логически связные рассуждения, объяснять результаты опытов, самостоятельно выдвигать гипотезы и проводить исследования. Анализ результатов исследования TIMSS показывает, что у российских восьмиклассников наблюдаются трудности при выполнении заданий, проверяющих именно эти виды умения. Очевидно, одним из путей преодоления данного дефицита является совершенствование структуры аппарата усвоения учебников по физике.

Анализ результатов международного исследования TIMSS для 4 и 8 классов, а также сравнительный анализ программ и учебных материалов позволяет сделать следующие **выводы и рекомендации**:

1. Целесообразно расширить в курсе «Окружающего мира» физическую составляющую, введя элементы содержания, обеспечивающие на элементарном уровне знакомство с физическими явлениями (механические, тепловые, электрические, магнитные, световые).
2. Методика преподавания предмета «Окружающий мир» нуждается в совершенствовании в части усиления роли формирования методологических умений (проведение наблюдений, простейших измерений и опытов).
3. Нуждается в обновлении аппарат освоения учебников физики. Основным направлением обновления должно стать увеличение доли заданий, требующих проведения логически обоснованных рассуждений с опорой на изученные явления и изученные теоретические сведения.
4. Обновление содержания и структуры оценочных материалов по физике по курсу основной школы (в том числе и КИМ ОГЭ) должно происходить за счет увеличения доли заданий

на проведение рассуждений и объяснений, т.е. за счет расширения числа и типологии качественных задач, а также заданий на самостоятельное планирование и проведение исследований.

*Основные результаты международного исследования TIMSS Advanced, 11 класс*

Международное исследование TIMSS Advanced является мониторинговым исследованием подготовки выпускников школы в области изучения физики и математики. Исследование по физике проводится среди классов, изучающих физику на профильном уровне. Наша страна принимала участие во всех трех циклах данного исследования: в 1995, 2008 и 2015 годах.

Выборка российских учащихся, которые приняли участие в мониторинге качества подготовки выпускников средней школы, изучавших профильные курсы физики, признана международными экспертами представительной. Это означает, что полученные результаты можно переносить на всю генеральную совокупность выпускников средней школы Российской Федерации, которые изучали профильный курс физики в 10-11 классах.

На последнем этапе в 2015 году от России в исследовании принимали участие учащиеся, изучавших физику в 10-11 классах на профильном или углубленном уровнях (4 урока физики в неделю и более). Индекс охвата для Российской Федерации, т.е. процент учащихся, изучавших профильный курс физики, от возрастной группы населения страны 18-летнего возраста в 2015 году, равен 4,9%. В таблице 2 приведены результаты РФ в сравнении с результатами девяти стран-участниц.

Таблица 2

| Страна                              | Средний балл | Индекс охвата | Число лет обучения | Средний возраст |
|-------------------------------------|--------------|---------------|--------------------|-----------------|
| 1. Словения                         | 531 (2,5) ◐  | 7,6%          | 13                 | 18,8            |
| 2. Российская Федерация             | 508 (7,1) =  | 4,9%          | 11                 | 17,7            |
| 3. Норвегия                         | 507 (4,6) =  | 6,5%          | 13                 | 18,8            |
| <b>Среднее значение шкалы TIMSS</b> | <b>500</b>   |               |                    |                 |
| 4. Португалия                       | 467 (4,6) ▼  | 5,1%          | 12                 | 18,0            |
| 5. Швеция                           | 455 (5,9) ▼  | 14,3%         | 12                 | 18,8            |
| 6. США                              | 437 (9,7) ▼  | 4,8%          | 12                 | 18,1            |
| 7. Ливан                            | 410 (4,5) ▼  | 3,9%          | 12                 | 17,8            |
| 8. Италия                           | 374 (6,9) ▼  | 18,2%         | 13                 | 18,9            |
| 9. Франция                          | 373 (4,0) ▼  | 21,5%         | 12                 | 18,0            |

Российские выпускники средней школы имеют наименьший возраст среди всех стран-участниц исследования (17,7 лет) и наименьшее число лет обучения в школе (11 лет). В России среди всех учащихся, изучавших профильный курс физики, 42% девушек и 58% юношей. Средний балл юношей (514 баллов) выше, чем у девушек (498 баллов).

Три этапа данного исследования выявили **устойчивую негативную динамику** в результатах российских выпускников средней школы по физике. На диаграмме 2 представлены средние баллы по международной шкале, полученные за период с 1995 по 2015 годы.

Диаграмма 2



Сравнение средних баллов показывает понижение результатов российских выпускников в выполнении международных тестов по физике на 38 баллов за двадцатилетний период. Сравнение по годам показывает, что результаты российских девушек практически не меняются (снижение за 20 лет составило только 9 баллов по международной шкале), а юноши на каждом из двух периодов (1995–2008 и 2008–2015 годы) теряют примерно одинаковое количество баллов. В целом снижение результатов юношей составило 63 балла по международной шкале.

Практически одинаковые результаты продемонстрировали российские учащиеся при выполнении заданий по содержательным областям «Механика и термодинамика» и «Электричество и магнетизм» (514 и 515 баллов по международной шкале соответственно). Наиболее низкие результаты (490 баллов по международной шкале) показали российские учащиеся по содержательной области «Физика атома и атомного ядра».

Самые высокие результаты российских учащихся зафиксированы при выполнении заданий на воспроизведение знаний (517 баллов по международной шкале, средний процент выполнения – 58%) и самый низкий – при выполнении заданий на рассуждения и решение задач, требующих более высокого уровня самостоятельности мышления (493 балла по международной шкале, средний процент выполнения – 29%).

Результаты исследования TIMSS-2015 в части профильного курса физики показывают, что наши учащиеся продолжают оставаться на ведущих позициях в сравнении с выпускниками других стран. Однако, анализ динамики результатов по трем этапам исследования, а также анализ результатов выполнения нашими учащимися групп заданий по разным разделам школьного курса физики и проверяющих разные способы деятельности позволяют сформулировать **выводы** и предложения по совершенствованию процесса обучения физике в средней школе.

1. В исследовании TIMSS у Российской Федерации один из самых низких индексов охвата (4,9%), т.е. в нашей стране профильный курс физики изучает лишь порядка 30-35 тысяч выпускников, что явно недостаточно для качественного восполнения научно-технических и инженерных кадров. Нуждается в усилении работа по привлечению учащихся в профильные физико-математические классы, расширению количества таких классов.

2. Содержание профильного курса физики в средней школе нуждается в изменениях в части наполнения раздела «Атомная и ядерная физика» фактами и закономерностями, связанными с достижениями современной физики. Почти все страны-участницы исследования подчеркивают в своих программах важность преподавания современной физики или квантовой физики. Кроме того необходимо ввести в курс физики квантовой физики вопросы излучения абсолютно черного тела. Именно с этими аспектами связаны основные различия международной программы TIMSS и отечественной программы.

3. Тот факт, что результаты выполнения заданий по механике, молекулярной физике и электродинамике существенно выше, чем по квантовой физике, говорит о существующем недостатке учебного времени на изучение последнего раздела. Перенос систематического курса механики из основной школы в 10 класс, который был проведен в стандартах первого поколения, привел к перегрузке программы средней школы учебным материалом. Поскольку общая учебная нагрузка осталась прежней, то недостаток учебного времени сказывается на качестве освоения материала, особенно в части формирования умений применять знания при решении задач.

4. Результаты решения расчетных задач в исследовании TIMSS в целом аналогичны результатам ЕГЭ и показывают, что основная масса учащихся профильных классов не осваивает это умение. Необходимы изменения в методике обучения решению задач, которая должна быть направлена не на заучивание способов решения типовых расчетных задач, а на обучение умениям самостоятельно выбирать физическую модель при решении задачи, обосновывать выбор необходимых законов и формул.

5. Целесообразно усовершенствовать подходы к оценке учебных достижений по физике, усилив в предметных измерительных материалах роль качественных задач различного уровня сложности, поскольку именно эта группа заданий позволяет формировать умение рассуждать, выстраивать доказательные объяснения с опорой на изученные явления, факты и закономерности.

#### Основные результаты международного сравнительного исследования PISA

Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся PISA (Programme for International Student Assessment) является мониторинговым исследованием качества общего образования, которое отвечает на вопрос «Обладают ли учащиеся 15-летнего возраста, получившие обязательное общее образование, знаниями и умениями, необходимыми им

для полноценного функционирования в современном обществе, т.е. для решения широкого диапазона задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений?». Исследование проводится трехлетними циклами, начиная с 2000 года. В исследовании 2015 года приняло участие 70 стран, основное внимание уделялось естественнонаучной грамотности и выявлению тенденций развития естественнонаучного образования в мире за последние годы.

Под естественнонаучной грамотностью в исследовании PISA понимают способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественнонаучными идеями. Естественнонаучно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетентностей:

- научно объяснять явления,
- оценивать и планировать научные исследования,
- научно интерпретировать данные и доказательства.

В 2015 году международный тест для оценки естественнонаучной грамотности включал задания на оценку понимания содержания естественнонаучных предметов (знание содержания), на оценку знания методов получения естественнонаучных знаний (знание процедур) и на оценку понимания обоснованности этих процедур и их использования (методологические знания). В международном тесте были представлены три раздела: «Живые системы», «Физические системы» и «Земля и космические системы».

Средний балл российских учащихся 15-летнего возраста по естественнонаучной грамотности в 2015 году составил 487 баллов. Эти результаты практически полностью совпадают с результатами предыдущего цикла. Наши учащиеся демонстрируют результаты ниже средних международных (средний балл по странам ОЭСР – 493 балла).

Содержание заданий PISA с точки зрения используемых в них предметных знаний практически не выходит за пределы российских примерных программ по физике, химии, биологии, физической географии. Для содержательных областей «Физические системы» и «Земля и космические системы» результаты российских учащихся и средние по странам ОЭСР близки.

По уровню сформированности естественнонаучных компетенций российские учащиеся уступают своим сверстникам из стран ОЭСР (см. диаграмму 3).



Наибольшие затруднения у них возникают при выполнении заданий на применение методов естественнонаучного исследования (484 балла). Заметно отставание и при выполнении заданий на научное объяснение явлений (486 баллов), а также на интерпретацию данных и использование научных доказательств для получения выводов (489 баллов).

Результаты исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1. В методике преподавания физики недостаточно внимания уделяется формированию таких умений, как постановка задачи исследования, выдвижение научных гипотез и предложение способов их проверки, определение плана исследования и интерпретация его результатов, использование приемов, повышающих надежность получаемых данных.
2. Наблюдается формализм получаемых в школе физических знаний. В процессе обучения российским учащимся предлагается недостаточно заданий, где надо объяснить природное явление на основе имеющихся знаний, аргументированно спрогнозировать развитие какого-либо процесса.
3. Имеющиеся учебно-методические комплекты для преподавания физики в основной школе и на базовом уровне в средней школе (физика и естествознание) не решают задачу формирования естественнонаучной грамотности обучающихся.

#### Основные результаты международной физической олимпиады IPho

В Международной физической олимпиаде участвует по 5 учеников от каждой страны. Международная физическая олимпиада состоит из двух туров — теоретического, на котором участникам предлагаются три теоретические задачи, и экспериментального, на котором учащиеся должны выполнить одно или два экспериментальных задания. Оба тура проводятся в разные дни, на каждый из них выделяется по 5 часов.

Задачи для олимпиады готовятся представителями страны-организатора. По статусу олимпиады задачи составляются на основе специальной программы, которая в основном включает вопросы, изучаемые в средних школах всех стран-участниц. Но некоторый материал не входит в

программу основного курса физики средней общеобразовательной школы нашей страны. Это приходится учитывать при подготовке участников Международной олимпиады по физике.

Полное решение всех теоретических задач при этом оценивается 30 баллами, а экспериментальных — 20 баллами. Таким образом, каждый участник может набрать 50 баллов. Результаты проверки сообщаются научным руководителям команд, которые входят в состав Международной комиссии, и им предоставляется возможность посмотреть работы, обсудить правильность оценки с теми, кто проверял их, внести некоторые коррективы.

Золотые медали первенства получают все участники, набравшие больше 90% от установленного организаторами высшего балла. Конкурсанты, набравшие от 78% до 90%, получают вторые места, от 65% до 78% — третьи. Участники, набравшие от 50% до 65%, получают похвальные грамоты, называемые благодарностью за участие. Все остальные участники получают сертификаты об участии.

Международные олимпиады по физике – это соревнования участников из множества стран, так в олимпиаде 2016 года приняли участие школьники более чем из 80 стран.

В таблице 3 приведены результаты российской сборной за последние три года.

Таблица 3

| Год  | Место проведения олимпиады | Количество медалей, завоеванных сборной РФ |                             |                                | Место в неофициальном командном зачете                  |
|------|----------------------------|--|-----------------------------|--------------------------------|---|
|      |                            | Общее число медалей                        | В том числе золотых медалей | В том числе серебряных медалей |   |
| 2014 | Астана, Казахстан          | 5  | 3                           | 2                              | 5 (после команд Китая, Тайваня, Южной Кореи и Таиланда) |
| 2015 | Мумбай, Индия              | 5  | 4                           | 1                              | 2 (после команд Китая и Южной Кореи)                    |
| 2016 | Цюрих, Швейцария           | 5  | 4                           | 1                              | 4 (после команд Китая, Тайваня, Южной Кореи)            |

Эти результаты свидетельствуют о стабильности выступлений сборной Российской Федерации на международной олимпиаде по физике и, следовательно, достаточно высоком уровне организации работы с одаренными детьми.

## **Цели и задачи реализации предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»**

Цели и задачи изучения физики варьируются и детализируются в зависимости от этапа обучения. Вместе с тем на протяжении всего школьного периода для физики, как и для других естественнонаучных предметов, неизменными остаются цели формирования позитивного отношения к науке, естественнонаучной грамотности, включая ее физическую составляющую, развития личностных качеств и индивидуальных способностей.

В более развернутом виде основными целями изучения физики в школе являются:

- формирование интереса и стремления учащихся к научному изучению природы, развитие их интеллектуальных и творческих способностей;
- развитие представлений о научном методе познания и формирование исследовательского отношения к окружающим явлениям;
- формирование научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;
- формирование умений объяснять явления с использованием физических знаний и научных доказательств;
- формирование представлений о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий;
- развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с физикой.

Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач в процессе изучения физики *на уровне основного общего образования*:

- приобретение учащимися знаний о дискретном строении вещества, механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях, первоначальных сведений о строении Вселенной;
- описание и объяснение явлений с использованием полученных знаний;
- решение задач, требующих создания и использования физических моделей, творческих и практико-ориентированных задач;
- знакомство учащихся с научными методами исследования физических явлений; выполнение самостоятельных исследований и проектов;
- работа с информацией физического содержания, включая информацию о современных достижениях физики; анализ и критическое оценивание информации;

– знакомство учащихся со сферами профессиональной деятельности, связанными с физикой, и современными технологиями, основанными на достижениях физической науки.

Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач в процессе изучения физики *на уровне среднего общего образования*:

– приобретение системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, включая знания основ механики, молекулярной физики, электродинамики и квантовой физики, а также элементов астрономии и астрофизики;

– формирование умений применять теоретические знания для объяснения физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;

– решение задач на основе самостоятельного создания физической модели, адекватной условиям задачи, в том числе задач инженерного характера;

– понимание физических основ и принципов действия технических устройств и технологических процессов, их влияния на окружающую среду;

– овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата;

– создание условий для развития умений проектно-исследовательской, творческой деятельности; развитие интереса к сферам профессиональной деятельности, связанной с физикой.

## Основные содержательные линии физического образования

Существуют различные подходы к определению содержательных линий предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика». Ниже приведены краткие характеристики нескольких подходов.

1. Построение содержания курса физики в соответствии с усложнением форм движения материи и последовательное изучение механики, молекулярной физики, электродинамики, квантовой физики в средней школе и соответствующих явлений в основной школе.

2. Отбор важнейших фактов и объединение их стержневой идеей, являющейся центральной для понимания современной физики, в качестве которой может выступать идея познания вещества и поля как двух форм существования материи.<sup>1</sup> Соответственно, курс строится по принципу рассмотрения сначала феноменологии, а затем внутреннего механизма движения материи в двух формах: вещества и поля.

3. Построение курса физики, а соответственно и процесса обучения вокруг такой содержательной линии, как логика научного познания. Такой подход (scientific inquiry) характерен, например, для вводного курса физики в школах США и ряда других стран. Соответственно, обучение осуществляется циклами: от наблюдений к построению моделей, от модели к развитию теории, от теории к выводу следствий, от вывода следствий к их экспериментальной проверке и далее к новым наблюдениям.

4. В Наффилдовском курсе физики для средней школы Англии в качестве содержательных линий выделены следующие: сходство и различие применяемых в научном познании знаковых и модельных гипотез, дискретных и полевых концепций, динамических и статистических законов.

5. В стандарте школьного физического образования Китая определены такие содержательные линии, как основные понятия, законы и идеи физики, методы научного познания, применение физических законов в жизни и производстве, состояние и тенденции развития науки и техники, взаимоотношения человека с природой и обществом, влияние физики на экономическое и социальное развитие страны.

В России стержневыми элементами курса физики основной школы являются физические явления. У учащихся формируются знания о природе физических явлений, их причинах, основные физические понятия и знание феноменологических законов физики. При этом в качестве содержательных линий выступают не только элементы физических знаний, но и история развития физической науки, методология познания, применение знаний и умений к решению различного рода задач, применение законов физики в технических объектах и технологиях.

---

<sup>1</sup> В.Г.Разумовский. Инновации в преподавании физики в школах за рубежом: Научное издание. \_Новосибирск: РИЦ НГУ,2005. –С.17.

Стержневой идеей курса физики средней школы является физическая теория. Сама структура физической теории задаёт содержательные линии физического образования. К таким линиям относятся исторические аспекты развития физической науки, логика физического научного познания и методы научного познания, модели физики, способы их описания, постулаты, принципы и основные законы физики, практические применения физических законов.

Решение вопроса о содержательных линиях предмета требует обращения к сложившемуся в науке пониманию содержания учебного предмета, которое с течением времени претерпело изменения. Так, И.К.Журавлёв и Л.Я.Зорина в дидактическую модель учебного предмета включили два блока содержательный и процессуальный. Первый включает основные предметные знания, второй – вспомогательные знания (логические, методологические, философские, историко-научные, межпредметные, оценочные), способы деятельности и формы организации процесса<sup>2</sup>. Правомерность введения вспомогательных знаний в процессуальный блок авторы обосновывали тем, что эти знания выполняют роль средств усвоения научных знаний.

С течением времени понимание роли вспомогательных знаний изменилось, они из средств усвоения предметных знаний превратились в элементы содержания обучения физике, и содержательный блок включает основные предметные знания и вспомогательные знания, которые логичнее называть внепредметными<sup>3</sup>. Такой подход вполне согласуется с требованиями ФГОС, поскольку именно внепредметные знания позволяют формировать предметные знания на метапредметном уровне и осуществить интеграцию в рамках не только естественнонаучной образовательной области, но и целостного содержания образования.

Анализ результатов исследования, различных подходов к выделению содержательных линий предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», сложившегося опыта построения курсов физики для российской школы позволяют считать целесообразным выделение следующих содержательных линий, единых для уровней основного и среднего общего образования:

### **1. *Метапредметные***

- становление и развитие естественнонаучного знания, смена научных картин мира, физика как развивающаяся наука;
- логика естественнонаучного познания;
- модели и моделирование в физике, границы применимости физических моделей;
- причинность, дополнительность и соответствие в физике.

### **2. *Предметные***

---

<sup>2</sup> И.К.Журавлёв, Л.Я.Зорина. Дидактическая модель учебного предмета //Новые исследования в педагогических науках. -1979. -№1(33). -С.18-23.

<sup>3</sup> Н.С.Пурышева. Дифференцированное обучение физике в средней школе. -М.: Прометей, 1993. -С.44.

- естественнонаучные методы изучения природы;
- строение и свойства вещества, физические превращения вещества;
- движение и взаимодействие тел; механическая энергия и её превращения;
- электромагнитное взаимодействие; электромагнитное поле, его частные проявления;
- колебания и волны;
- частицы, волны, кванты, строение материи, взаимосвязь и взаимопревращения вещества и поля;
- строение и эволюция Вселенной;
- физика как основа техники и технологий.

### 3. *Деятельностные*

- постановка вопросов и решение проблем;
- планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований;
- моделирование и исследование моделей;
- объяснение причин явлений,
- логические доказательства, обоснование выводов и полученных решений;
- получение, оценка, интерпретация, использование и передача информации;
- сотрудничество и взаимодействие в учебной деятельности.

Раскроем смысл отдельных предметных содержательных линий.

#### *Естественнонаучный метод изучения природы*

Применительно к физике эта содержательная линия, «сквозная» для всех естественнонаучных предметов, должна дать учащимся представление о том, *как* физика позволяет нам получать достоверные знания о мире. Ключевая идея, находящаяся в основании этой содержательной линии, такова, что естественные науки, в отличие от других способов познания, обладают предсказательной силой. Наблюдения и исследования первоначально непонятных явлений дают основания для выдвижения гипотез об их причинах и взаимосвязях. А экспериментальная проверка логических следствий из предполагаемых закономерностей позволяет судить о верности или ложности гипотезы. Гипотезы, подтвержденные экспериментальной проверкой и общественной практикой, переходят в ранг научных законов.

Характерная проблема, которая весьма распространена в массовой педагогической практике, состоит в том, что знакомство с научным методом познания фактически завершается в разделе программы, имеющем аналогичное название. Этого не должно быть. Необходимо систематически строить изучение материала в соответствии с научным методом познания, отталкиваясь от наблюдаемых фактов, выдвигая вместе с учениками первоначальные

объясняющие гипотезы, обсуждая и реализуя или показывая способы их экспериментальной проверки.

### Строение и свойства вещества, физические превращения вещества

Смысл этой содержательной линии состоит в том, что разнообразные свойства веществ объясняются их внутренним дискретным строением и взаимодействием частиц, из которых состоят вещества. Описание внутреннего строения тел предлагает атомно-молекулярное учение, основные положения которого позволяют объяснить многие свойства газообразных, жидких и твердых тел, а также их взаимных превращений.

Термодинамика позволяет описывать свойства и превращения вещества с помощью так называемых *макроскопических* характеристик тел (теплота, внутренняя энергия, давление, температура и др.) и зависимостей между ними. Фундаментальным соотношением в рамках этого макроскопического описания является закон сохранения энергии для тепловых процессов, или первый закон термодинамики. Но сами макроскопические характеристики являются следствием дискретного строения вещества, свойств частиц – атомов и молекул, взаимодействия между ними.

Важно показать связь данной содержательной линии с линией «Движение и взаимодействие тел», поскольку движение частиц вещества (в классической физике) подчиняется законам механики. Однако с помощью законов механики невозможно точно описывать поведение огромного числа частиц, из которых состоят тела, поэтому используется термодинамическое (макроскопическое) описание.

При изучении этого раздела следует обратить особое внимание на то, что при объяснении тепловых свойств тел с помощью атомно-молекулярных представлений мы имеем дело с *моделями* газов, жидкостей, твердых тел, поскольку не можем непосредственно наблюдать за поведением реальных частиц вещества. Применимость этих моделей подтверждается многочисленными наблюдениями и опытами; некоторые из них можно воспроизвести и на уроке.

Идея дискретного строения вещества находит свое развитие в квантовой физике. Эта часть школьного курса физики – объективно одна из самых сложных и требует очень изобретательного методического подхода, обеспечивающего баланс в сочетании научности и доступности.

Первой из ключевых идей квантовой физики в рамках школьного курса является идея стационарных уровней энергии атома и переходов между уровнями в результате излучения или поглощения квантов энергии. При этом необходимо показать, что эта фундаментальная квантовая идея возникает в физике как неожиданное следствие из экспериментальных результатов, полученных в процессе изучения строения атома. Вторая ключевая идея – *сложное* строение самого атома, в противоречии с названием этой частицы вещества, означаящим «неделимый».

Экспериментальные обоснования этих идей в школьном курсе: линейчатые спектры, опыты Резерфорда, явление радиоактивности, ядерные реакции.

Безусловно одна из наиболее фундаментальных идей всей современной физики – эквивалентность массы и энергии и формула Эйнштейна  $E=mc^2$  – должна обязательно присутствовать в содержании предмета «Физика». Однако по соображениям доступности эта идея (и формула) не может иметь в школе (тем более на ступени основного общего образования) достаточного обоснования, а знакомство с ней на этом уровне имеет отношение скорее к культурной, а не научной грамотности.

В рамках данной содержательной линии важное место должна занять *вероятностная* идея, имеющая межпредметный и метапредметный характер. Современный курс школьной математики создал базу для использования вероятностных представлений в физике. Без этих представлений невозможно говорить о явлении радиоактивности и законе радиоактивного распада. Вероятностные представления могут также использоваться при анализе гипотезы Бора об излучении и поглощении света атомом. Вместе с тем в содержание раздела не включается закон радиоактивного распада, поскольку в курсе математики основной школы не изучается показательная функция. А величина периода полураспада, имеющая вероятностную природу, вводится не для того, чтобы сформулировать закон, а с целью сравнения времени распада опасных радиоактивных изотопов.

### Движение и взаимодействие тел

Если на ступени начальной школы и в 5-6 классах эта содержательная линия может реализовываться за счет фрагментарных опытов по наблюдению движения тел, распознаванию основных видов движения и получению качественных выводов о факторах, изменяющих характер движения, то на ступенях основной и старшей школы данная линия реализуется в рамках раздела «Механические явления» или «Механика». Эта содержательная линия должна показать учащимся, что физика может объяснять и предсказывать характер движения тел. Иначе говоря, она дает принципиальную возможность для получения точных ответов на вопросы типа:

Почему тело движется так, а не иначе? Как будет двигаться тело при определенных условиях? Если тело находится в точке А в какой-то момент времени, то в какой точке оно будет находиться в другой момент времени: через секунду, через час, через год и т.д.?

По существу, это один и тот же вопрос, но сформулированный по-разному. Из попытки ответить на этот *ключевой* вопрос, собственно, и разворачивается почти вся школьная механика.

При этом возникает набор новых, более детальных вопросов:

1. Как (или на каком языке) мы будем говорить о движении, описывать его?
2. Что это за «условия», влияющие на движение тела?

3. Каким закономерностям подчиняется влияние «условий» на характеристики движения?

Обобщенным ответом на первый из этих вопросов является такие разделы курса основной и старшей школы, как «Механическое движение и способы его описания» или «Основы кинематики», где вводятся величины, с помощью которых мы описываем механическое движение: такие как траектория, путь, время, скорость, ускорение. А если мы хотим предложить школьникам более сложный и формализованный язык, то здесь же может вводиться и координатный метод. В этой же части школьники знакомятся с одним из фундаментальных принципов физики – принципом относительности механического движения, который рассматривается здесь только на уровне экспериментальных фактов, наблюдений и мысленных опытов.

В качестве «условий» из второго вопроса выступают прежде всего «силы». Существуют количественные зависимости, связывающие величины сил со свойствами тел и пространственными характеристиками. Некоторые из этих закономерностей – для сил трения, упругости, давления, выталкивающей силы, сил взаимодействия (3-й закон Ньютона) – учащиеся могут обнаруживать самостоятельно в ходе экспериментальной деятельности.

Ответом на третий вопрос являются 1-й и 2-й законы Ньютона и законы сохранения (импульса и механической энергии). Несмотря на свою видимую простоту, эти законы достаточно трудны для усвоения школьниками, поскольку действие их по отдельности редко наблюдаются в реальном мире. Для того, чтобы учащиеся могли анализировать и объяснять явления с использованием этих законов, необходимо обращать особое внимание на формирование умений по моделированию реальных ситуаций и последующим операциям с моделями.

Важное самостоятельное значение в рамках этой содержательной линии имеет идея волны, рассматриваемая на примере звуковых, а на уровне наглядных демонстраций и поверхностных водяных, волн. Мировоззренческое значение этой темы состоит в том, что здесь впервые вводится представление о движении, или перемещении, в пространстве процесса (в данном случае колебательного), в отличие от движения частиц, тел. В дальнейшем эта идея «сработает» при изучении электромагнитных явлений и, возможно, квантовых явлений (дуализм волна-частица).

### Электромагнитное взаимодействие

Ключевой идеей этой содержательной линии является единство электромагнитных явлений, объединяющих всех основных «участников»: электрические заряды, электрический ток, электрическое и магнитное поля, электромагнитные волны. Поскольку на этапе общего образования у нас нет возможности изучать электромагнитную теорию Максвелла с вытекающими из нее следствиями, то содержательная линия как бы распадается на отдельные, относительно самостоятельные тематические блоки, имеющие не столько теоретическое, сколько

феноменологическое содержание: электрические заряды и их взаимодействие, постоянный ток, магнитные явления, электромагнитная индукция и электромагнитные волны, оптические явления.

Вместе с тем эта линия, возможно в большей степени, чем другие содержательные линии школьной физики, позволяет построить изложение материала в соответствии с методом научного познания и историческим ходом изучения электромагнитных явлений. Это дает возможность показать путь познания от разрозненных представлений о зарядах, постоянных магнитах, электрическом токе и связанных с ними электрических и магнитных полях к представлению о единой природе электромагнитных явлений. При изучении электромагнитных явлений есть возможность пройти через важнейшие этапы цикла познания: взаимодействие постоянных магнитов или наэлектризованных тел, опыты Эрстеда, гипотезу Ампера о молекулярных токах, а также весь процесс открытия Фарадея, от выдвижения гипотезы «превратить магнетизм в электричество» до открытия явления электромагнитной индукции.

### *Строение и эволюция Вселенной*

Ведущей идеей этой содержательной линии может быть эволюция научных представлений о Вселенной, смена картин, или моделей мира. От центрального положения Земли к центральному положению Солнца во Вселенной, затем к представлению о Солнце всего лишь как об одной из миллиардов звезд, затем к обнаружению, что наша Галактика лишь одна из миллиардов галактик, наконец, к современным представлениям о нестационарной, расширяющейся Вселенной. При этом важно показать, что каждая из моделей мира в свое время имела научные обоснования, а смена моделей происходила благодаря получению новых наблюдательных данных, что, в свою очередь, связано с постоянным совершенствованием средств наблюдения и исследования Вселенной.

## **Приоритетные направления, методы в преподавании предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»**

Реализация задач обучения физике в соответствии с обновлением содержания требует использования и адекватных методов обучения. Перенос акцентов в обучении на освоение научных методов познания должен сопровождаться и расширением спектра методов обучения. Ниже приведен перечень методических приемов, которые наиболее эффективно решают поставленные задачи в части освоения естественнонаучных методов познания и формирования деятельностных содержательных линий.

*Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).* ИКТ поддерживают процесс познания, а также способствуют сотрудничеству учащихся и обучению, направляемому самим учеником. Например, инструменты online-взаимодействия дают возможность учащимся поделиться и обсудить свои идеи или открытия с товарищами, а также включить в свой процесс обучения консультации с широким кругом экспертов. Гаджеты с выходом в Интернет могут быть использованы для того, чтобы облегчить сбор и анализ данных при решении учебных задач. Учащиеся также могут исследовать и визуализировать какие-то абстрактные модели с использованием компьютерных симуляций, варьируя переменные и выявляя зависимость между ними.

*Технология активного самостоятельного обучения.* Согласно этой технологии, обучение – это формирующий и развивающий процесс, в рамках которого преподавание и оценивание направляют учащегося по пути непрерывного обучения и совершенствования. Планируемые результаты и тематические единицы учебного курса показывают, что учащиеся должны знать и уметь. Это помогает учащемуся понять, где он находится в процессе обучения и как он может улучшить свои результаты.

*Учебное исследование.* В процессе научного исследования учащиеся вовлечены в деятельность, которая воспроизводит работу ученых: т.е. как думают и что делают ученые при принятии решений, например, как формулируют вопросы и планируют ход исследования.

*Моделирование.* Это деятельность, в которой учащиеся строят представление (модель) концепции или объекта.

*Метод кейсов.* В этой технологии используются реальные или гипотетические ситуации, для того чтобы способствовать развитию у учащихся таких умений, как анализ, формулирование выводов и коммуникация.

*Коллективное обучение.* При коллективном (групповом) обучении деятельность организуется так, что каждый учащийся берет на себя долю ответственности и вносит свой вклад в

решение задачи. Работая с другими, учащиеся согласуют разные точки зрения и решения для достижения общей цели.

*Решение проблем.* Эта технология вовлекает учащихся в поиск решения проблем с применением научных знаний и умений.

*Формулировка вопросов.* Вопросы – это необходимый инструмент в процессе научного познания. Учителя и учащиеся вместе вовлекаются в цикл «вопросы-ответы-вопросы» в процессе обучения.

*Мозговой штурм.* Коллективная технология получения креативных идей и решений.

*Кластеры.* Это технология для представления значимых связей между различными концепциями. Кластеры полезны при установлении связей между концепциями и идеями.

*Экскурсия.* Это любая обучающая деятельность за стенами школы. Она дает возможность учащимся получить опыт научного исследования и получения знаний в условиях повседневной жизни.

*Игры.* Игровые технологии и компьютерные симуляции стимулируют учащихся к изучению концепций и овладению умениями.

*Рассказы о науке.* Истории (рассказы) о науке в повседневной жизни и об ученых могут пробудить интерес у учащихся и стимулировать их к разговору о науке. В качестве создателей или рассказчиков историй могут выступать как учителя, так и ученики.

*Обсуждение этической и личностной позиции.* Научное познание не отделимо от формирования личностных качеств, – таких, как любознательность, креативность, объективность, честность, восприимчивость, настойчивость и ответственность, – и на это следует обращать внимание в процессе обучения. Учащиеся также могут обсуждать этические аспекты науки и технологий.

Одним из приоритетных направлений обучения учащихся физике является проектно-исследовательская деятельность. Этой деятельности придается большое значение, поскольку она помогает подчеркнуть прикладной характер теоретических знаний и практических умений, формируемых на уроке, тем самым поддерживая этот процесс и составляя с ним единую систему. Проектная деятельность, как правило, носит не частно-предметный, а интегративный характер. Таковы исследования учащихся, например, в рамках широко распространенной STEM-технологии.

*Образовательная технология STEM* получила свое название по ключевым отраслям, определяющим современный научно-технический прогресс: STEM – Science, Technology, Engineering, Mathematics. Суть STEM-технологии состоит в организации такой среды обучения,

которая делает учащихся активными участниками образовательного процесса<sup>4</sup>. В итоге обучаемые учатся мыслить критически, работать как в команде, так и самостоятельно. Все это достигается при выполнении интегрированных проектов, которые носят прикладной характер.

Одной из мировых тенденций является резкое повышение спроса на специалистов в области высоких технологий, инженеров, других специалистов высокотехнологичных производств. Большинство новых специальностей будет связано с технологией и высокотехнологичным производством на стыке с естественными науками. Таким образом, специалистам будущего потребуется всесторонняя подготовка и знания из самых различных областей естественных наук, а также математики, инженерии и технологии. И главное – умение учиться, работать с информацией, критически ее оценивать, анализировать и систематизировать. Все эти компетенции формируются последовательно, начиная с общеобразовательной школы. И именно STEM дает возможность широкого выбора в области будущего профессионального развития на основе фундаментальной естественнонаучной и математической подготовки.

Развитием подходов к организации STEM можно считать программу GLOBE. Глобальная программа изучения и наблюдений в интересах окружающей среды GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) является международной научно-образовательной программой, которая предоставляет учащимся из различных регионов мира и их наставникам возможность участвовать в процессе мониторинга окружающей среды и тем самым вносит весомый вклад в изучение глобальной окружающей среды и ее изменений<sup>5</sup>. Программа GLOBE позволяет привлекать к руководству работой учащихся ученых в избранной области, которые могут консультировать детей, направлять их деятельность, оценивать результативность.

---

<sup>4</sup> National Research Council. (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

<sup>5</sup> The GLOBE Program. A Worldwide Science and Education Program // <http://www.globe.gov/web/guest/home>

## Инструментарий и средства материально-технического обеспечения

Общие требования к материально-техническим условиям организации учебного процесса сформулированы в пунктах 24 (разделов IV. Требования к условиям реализации основной образовательной программы) ФГОС ООО и ФГОС СОО. В соответствии с этими требованиями в образовательных учреждениях должны быть помещения двух типов. Во-первых, это – учебные предметные кабинеты (в том числе, по физике), а во-вторых, помещения (лаборатории) для занятий учебно-исследовательской и проектной деятельностью, моделированием и техническим творчеством. На базе этих помещений должны быть обеспечены условия для проведения наблюдений и экспериментов, в том числе с использованием учебного лабораторного оборудования: компьютерного (с использованием датчиков), цифрового и традиционного (аналогового).

Важнейшей частью оснащения кабинета физики и лаборатории является оборудование, отбор которого осуществляется с учетом ряда принципов, главный из которых – *полнота* системы оборудования. В соответствии с этим принципом оборудование должно обеспечивать:

- наблюдение и исследование ключевых явлений,
- исследование эмпирических закономерностей и большинства фундаментальных законов,
- измерение изучаемых величин.

Измерительный комплекс кабинета физики должен быть сформирован на основе *оптимального сочетания* классических (аналоговых) и современных (цифровых и компьютерных) средств измерений и способов экспериментального исследования явлений и исследования законов и закономерностей.

Использование современных средств измерения имеет важнейшее значение: только в кабинетах естественнонаучных предметов ученики могут ознакомиться не только с применением компьютера как средством обработки информации, но и с его применением как средством обработки результатов измерений и управления измерительными установками.

Оборудование должно удовлетворять принципу *преемственности* систем оснащения между уровнями основной и средней школы. В соответствии с этим принципом оборудование основной школы является фундаментом, на котором формируется оборудование старшей профильной школы.

Оборудование по физике делится на демонстрационное и лабораторное.

Демонстрационное оборудование должно обеспечивать возможность наблюдения большинства изучаемых явлений, процессов, и законов. Это возможно при оптимальном сочетании аналоговых, цифровых и компьютерных средств наблюдения, анализа измерительной информации, а также прямых и косвенных измерений.

При изучении *механики* – это исследование кинематических закономерностей, законов динамики и сохранения, колебательных и волновых явлений. Необходимо оборудование для экспериментального исследования по акустике, позволяющее пронаблюдать интерференцию и дифракцию звука, а с помощью компьютерной измерительной системы - измерить скорость звука. Для углубленного уровня необходимо экспериментальное изучение вращения твердого тела, исследование явления резонанса, свойств неинерциальных систем отсчета, наблюдение закона сохранения момента импульса.

Демонстрационное оборудование *по молекулярной физике* обеспечивает наблюдение исследуемых молекулярных явлений, в том числе и ключевых, например броуновского движения; исследование изопроцессов и адиабатного процесса с использованием компьютерной измерительной системы позволяет получить графическую интерпретацию этих процессов.

При изучении *электродинамики* современное оборудование позволяет исследовать не только законы постоянного тока, но с использованием компьютерного осциллографа и звукового генератора позволяет пронаблюдать и исследовать все электрические цепи переменного тока и резонанс, а набор по полупроводникам позволяет исследовать вольтамперные характеристики диода и транзистора и режимы работы последнего. Возможно полное экспериментальное исследование электромагнитных волн.

Современное отечественное серийно выпускаемое демонстрационное оборудование позволяет изучать на экспериментальной основе *оптику и квантовую физику*: все волновые свойства света, а также поставить ключевые эксперименты по исследованию законов фотоэффекта и линейчатого спектра водорода и измерить постоянную Планка и экспериментально подтвердить квантовых постулаты.

Лабораторное оборудование обеспечивает самостоятельный ученический эксперимент, который делится на фронтальный, практикум, учебно-исследовательские и проекты экспериментального характера. При этом нормативно-обязательным вне зависимости от уровня изучения физики (базовый или углубленный) и образовательной программы (основная или средняя школа) является **фронтальный эксперимент**. Такой статус этой формы эксперимента определяется, в частности, тем, что шесть типов фронтальных экспериментальных исследований приведены в примерных программах основного и среднего образования, а также тем, что экспериментальные задания включены в КИМы ГИА основной школы. Лабораторный практикум целесообразен только при углубленном уровне изучения предмета.

Оптимальным для достижения целей проведения фронтального эксперимента является использование тематических комплектов лабораторного оборудования по механике, молекулярной физике, электричеству и оптике. С педагогической точки зрения использование тематических комплектов:

- способствует формированию такого важнейшего общеучебного умения, как подбор учащимися оборудования в соответствии с целью проведения самостоятельного исследования;
- позволяет проводить экспериментальную работу на любом этапе урока;
- радикально уменьшает трудовые затраты учителя при подготовке к урокам.

Обратим внимание на некоторые особенности фронтальных комплектов. В состав оборудования общего назначения включены лабораторные источники с выходом не только по постоянному, но и по переменному напряжению. В соответствии с принципом преемственности их не придется менять при формировании оборудования в старшей профильной школе.

Важное значение имеет тот факт, что в состав фронтального оборудования наряду с аналоговыми входят и цифровые средства измерения. К ним относятся электронный секундомер с датчиками (в комплекте по механике) и электронные весы (в комплекте по молекулярной физике). Таким образом, при проведении фронтального эксперимента в основной школе ученики знакомятся с электронными способами измерений и вычислений.

Отечественное учебное приборостроение серийно выпускает фронтальные комплекты, обеспечивающие проведение фронтального эксперимента при использовании любого УМК и при изучении физики как на базовом, так и углубленном уровне, комплекты для Государственной итоговой аттестации. Также отечественное учебное приборостроение выпускает тематические комплекты для практикума, как на базе цифровых лабораторий, так и с комплексным использованием аналоговых и цифровых приборов, а также цифровых приборов.

В соответствии с требованиями ФГОС к материально-техническому обеспечению учебного процесса в образовательном учреждении должна быть лаборатория для занятий учебно-исследовательской и проектной деятельностью, моделирования и технического творчества. Именно эта лаборатория предназначена для комплексной естественнонаучной экспериментальной работы учащихся.

Несмотря на то, что отечественная учебная промышленность серийно выпускает для школ все необходимое оборудование для изучения физики на экспериментальной основе с опорой на научный метод познания как дидактическую основу организации учебного процесса, реальное положение с оснащенностью учебных кабинетов вызывает тревогу, и без исправления ситуации крайне затруднена модернизация физического образования.

Поэтому целесообразно перейти на **Федеральный программно-целевой способ решения проблемы**. Этот подход успешно использовался при реализации ПНПО в 2006-2008 годы, когда целенаправленно была обновлена материальная база 10% российских школ.

Сейчас вновь используются Приоритетные проекты, в том числе и по образованию. Необходимо включить в проект по образованию обновление материально-технической базы естественнонаучных кабинетов в качестве отдельной программы. Без этого нельзя ожидать ни

повышения достигнутых уровней ЕГЭ и ОГЭ, ни, тем более, изменения ситуации с результатами РФ в международных исследованиях.

Еще одной проблемой, связанной с материально-техническим оснащением кабинетов физики, является проблема проверки **экспериментальных умений в КИМ ОГЭ и ЕГЭ по физике**. В настоящее время структура КИМ ОГЭ по физике включает одно экспериментальное задание по проверке одного из умений (либо расчет величины по результатам двух прямых измерений, либо исследование зависимости одной физической величины от другой). Следует отметить, что обновление подходов к проверке экспериментальных умений существенно тормозит недостаточная оснащенность кабинетов физики необходимым учебным оборудованием.

Существующая в настоящее время структура контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике всесторонне оценивает освоение выпускниками основных содержательных линий всех разделов школьного курса физики и проверяет овладение различными видами деятельности. Однако технологические особенности проведения ЕГЭ не позволяют полноценно проверить один из важнейших образовательных результатов – умение проводить исследования физических процессов, поскольку сделать это можно только при выполнении участниками экзамена специальных заданий по постановке экспериментов на реальном лабораторном оборудовании.

До введения ЕГЭ экспериментальные задания были неотъемлемой частью итоговой аттестации по физике (одним из вопросов билетов устного аттестационного экзамена). Отсутствие экспериментальных заданий в КИМ ЕГЭ по физике негативно сказывается на преподавании предмета в школе. Учителя физики стремятся «учить тому, что проверяют», у них формируется отношение к учебному эксперименту как малозначительному и необязательному виду деятельности, что приводит к пренебрежению лабораторными работами и, как следствие, к неудовлетворительному уровню формирования экспериментальных умений. Освоение физических знаний без опоры на наглядность реального эксперимента и в целом снижает качество образования по предмету.

Решением данной проблемы могло бы стать введение экспериментальной части КИМ ЕГЭ по физике. Экспериментальная часть ЕГЭ может выполняться в отдельный от письменной части день в специальном центре, оснащённом необходимым лабораторным оборудованием.

Существует два подхода к разработке экспериментальной части КИМ ЕГЭ по физике:

1) Для выполнения экспериментальных заданий используются специальные наборы оборудования на базе приборов и материалов, включенных в перечень оборудования для школьных кабинетов физики. Для проведения экзамена используется бланковая технология, участники выполняют задания при помощи лабораторного оборудования и записывают решения в бланк ответов.

2) Для выполнения экспериментальных заданий используется компьютерный измерительный блок (компьютер и подключенные к нему датчики для измерения различных физических величин). Для проведения экзамена используется компьютерная технология, участники

выполняют задания в специальной компьютерной программе, одновременно посредством видеокамеры фиксируется правильность их действий.

Пункты проведения экзамена для организации экспериментальной части ЕГЭ по физике могут создаваться на базе центров оценки качества образования в субъектах РФ, либо на базе опорных образовательных организаций, которые оснащаются необходимым лабораторным оборудованием.

Для первого подхода имеются разработанные требования к комплектам оборудования и модели экспериментальных заданий. При разработке этих комплектов были учтены специфика проведения процедуры проверки, особенности проверки выполнения заданий, специальные требования к надежности оборудования.

Второй подход отражает современные тенденции развития естественнонаучного образования, но требует разработки концептуальных подходов к оценке экспериментальных умений в рамках ГИА (как в ОГЭ, так и в ЕГЭ) и разработки соответствующих моделей заданий и программного обеспечения.

## Основные формы и виды учебной деятельности

В соответствии с ожидаемыми результатами изучения курса физики в общем образовании можно выделить и приоритетные виды учебной деятельности, формируемые в процессе обучения. Ниже приведены наиболее значимые для предмета виды деятельности с их краткой характеристикой.

### ***Ставить вопросы***

Это умение, позволяющее прояснить суть проблемы и уточнить задачу. Хорошие вопросы акцентируют внимание на важной информации и помогают обобщить новую информацию. Наши учителя не должны жалеть времени на формирование этого умения. Оно не только оттачивает мысль, но стимулирует интерес школьников к науке.

### ***Выдвигать гипотезы***

Это умение давать обобщающее объяснение некоторой совокупности наблюдений и фактов. Выдвижение гипотезы идет дальше, чем просто формулирование выводов. При этом выдвижение гипотезы – это поистине творческий акт, для которого нужны не только знания, но и воображение, явное или неявное привлечение метафор из других областей знания.

### ***Определять задачу***

Это умение осознанно прояснять ситуацию, которая была не достаточно определенной. При этом проясняется суть, масштаб и сложность задачи. Это одно из ключевых умений не только для научного познания, но и для «запуска» любой продуктивной деятельности.

### ***Рассматривать разные возможности***

Это умение исследовать альтернативные возможности за пределами очевидного и предпочтительного пути. Разные способы решения одной и той же задачи обычно предлагают искать хорошие учителя математики. Однако поиск разных способов объяснения явления или применения естественнонаучных знаний, в том числе с учетом соображений экономичности и простоты исполнения – это и важнейшая характеристика естественнонаучного познания.

### ***Прогнозировать***

Это умение оценить вероятность того или иного исхода, основываясь на предварительном представлении о том, как обычно развивается процесс. Это умение искать ответ на вопрос «Что будет, если...?» Такой вопрос должен как можно чаще звучать на уроке по естественнонаучному предмету.

### ***Наблюдать***

Это умение использовать наши чувства для получения количественной и качественной информации о каком-то объекте, событии или явлении. Оно также включает использование приборов, расширяющих возможности наших чувств. Несмотря на кажущуюся простоту, это

довольно сложное умение. Определенный уровень владения им достигается только хорошей тренировкой и терпением. Чтобы это не стало утомительным, наблюдение можно превратить в вид игры типа: «Кто больше признаков заметит?»

### ***Использовать приборы и оборудование***

Это умение, которое предполагает знание функций и границ возможностей различных приборов и оборудования, а также способность выбирать и правильно управлять ими при решении разных задач. Умение работать с приборами обеспечивается, в первую очередь, достаточным количеством лабораторных и практических работ. Самостоятельный и правильный выбор оборудования для решения данной задачи – это уже владение довольно сложным исследовательским умением.

### ***Сравнивать***

Это умение выявлять признаки сходства или различия между объектами или явлениями. В этом умении ключевым является выделение и сравнение признаков, относящихся к одному и тому же свойству. Можно сравнивать массы разных тел, но бессмысленно сравнивать массу одного с запахом другого.

### ***Классифицировать***

Это умение группировать объекты или явления на основе общих признаков или свойств. Для этого умения можно написать формулу: «классифицировать = сравнивать + обобщать».

### ***Формулировать выводы***

Это умение интерпретировать и объяснять сделанные наблюдения, полученные данные или информацию. Для того чтобы сделать вывод, фактически требуется несколько умений: 1) зафиксировать наблюдения или «прочитать» данные или информацию, которая может быть представлена в различной форме (в т.ч. графики, таблицы, рисунки); 2) обобщить данные (например, экспериментальные точки хорошо описываются прямой линией); 3) построить цепочку доказательств, ведущих к итоговому выводу (например, температура увеличивается пропорционально давлению).

### ***Анализировать***

Это умение обрабатывать информацию, разбивая ее на составные части и исследуя связи между ними. При анализе каких-то фактов, требующих естественнонаучного объяснения (например, увеличения частоты пульса при физической нагрузке), мы должны выделить в картине отдельные элементы, в том числе и скрытые, а затем установить между ними причинно-следственные связи.

### ***Оценивать***

Это умение оценивать обоснованность, точность и качество информации, рассуждения или идеи. Это умение предполагает также оценивание возможных свойств и реальности

существования какого-то объекта. Оценивание производится на основании каких-то критериев и знаний.

### ***Проверять***

Это умение подтверждать или проверять справедливость информации, используя стандарты или критерии оценивания.

### ***Обмениваться информацией***

Это умение передавать и получать информацию, представленную в различных формах: вербальной, табличной, графической или в виде рисунков. Процедуры – это более сложные виды деятельности, объединяющие в себе несколько умений.

### ***Творческое решение проблем***

Это процедура обдумывания проблемы и выработки таких критериев, которые помогли бы найти новое решение, удовлетворяющее предложенным условиям. Эта мыслительная процедура используется в тех случаях, когда мы сталкиваемся с препятствием и хотим его преодолеть, получая практичное и реализуемое решение.

### ***Планирование исследований***

Эта процедура подразумевает формулирование вопросов или гипотез для проведения исследования и определение путей поиска ответов. Это предполагает также определение необходимого оборудования и измерений, которые надо выполнить. Необходимо также определить нужные переменные и варьировать эти переменные таким образом, чтобы в любом единичном эксперименте можно было наблюдать влияние только одной переменной.

### ***Принятие решений***

Это процедура определения и применения критериев выбора из кажущихся близкими альтернатив. Процесс определения критериев включает в себя рассмотрение последствий, а также стоимости и реалистичности решения, – все это может выступать в качестве аргументов в пользу выбора данного решения.

## **Требования ФГОС к результатам обучения (личностным, предметным, метапредметным) по основным образовательным программам**

В традиционном понимании содержание образования – это «педагогически адаптированная система *знаний, умений и навыков*, опыта творческой деятельности и эмоционально-ценностного отношения к миру, усвоение которой обеспечивает развитие личности». <sup>6</sup> В отдельном учебном предмете представлены определенные части содержания образования, которые традиционно были реализованы на уровне учебного материала, т.е. совокупности дидактических единиц.

ФГОС, в основе которого лежит системно-деятельностный подход, на первые позиции выдвигает освоение *умений* и для учебного предмета определяет требования к предметным результатам, которые включают «освоенные обучающимися в ходе изучения учебного предмета умения, специфические для данной предметной области, и виды деятельности» <sup>7</sup>.

В настоящее время наблюдается тенденция определения содержания образования в характеристиках компетенций. Об этом свидетельствует активное включение понятия компетенций в национальные образовательные стандарты и куррикулы в различных странах (например, Common Core State Standards в США, Quebec Education Program в Канаде и др.) <sup>8</sup>, а также использование компетентностной концепции при проектировании сравнительного международного исследования национальных систем образования (PISA), о чем говорилось выше.

Компетенции понимаются, как совокупность трех составляющих: знания, умения и ценностные отношения. Закладывается тесная интеграция знания, трактуемого как понимание и когнитивное присвоение учебного материала; умений, включающих когнитивные, коммуникативные и познавательные умения и отношений и ценностей. При этом тесное взаимодействие знаний, умений и ценностей проявляется в практических действиях по их совместному применению. Таким образом, компетенции трактуются как модели поведения. Реальным выражением компетенции является способность человека решать проблемы в конкретных условиях.

Совершенствование предметных требований ФГОС должно базироваться, в том числе, и на понимании компетенций (в нашем случае общих компетенций, формируемых в процессе обучения предметов естественнонаучного цикла). В качестве таких базовых компетенций можно использовать те, которые сформулированы в рамке исследования PISA. Такой подход наиболее

---

<sup>6</sup> Российская педагогическая энциклопедия. М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 1999 г. – т.2, с.349.

<sup>7</sup> Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. с.6. – <http://xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/documents/543>

<sup>8</sup> The national curriculum in England Framework document // Department of Education of UK, 2014. URL: <https://www.gov.uk/government/collections/national-curriculum>

важен для совершенствования требований к результатам обучения по физике за курс основной школы и за курс средней школы в рамках предмета «Естествознание» и курса физики, изучаемого на базовом уровне. Для этих случаев обновленные требования к предметным результатам должны быть ориентированы на формирование у обучающихся естественнонаучных компетенций, включающих в себя:

- понимание предметного материала и предметную грамотность,
- ключевые группы когнитивных, коммуникативных и проектных умений (критическое мышление, решение проблем, творческую активность, умения общаться и умения работать в команде),
- личностные качества (любопытность, инициативность, настойчивость, способность адаптироваться, лидерские качества).

Физическое образование в школе вносит существенный вклад в формирование личностных и метапредметных результатов, указанных во ФГОС. При этом личностные и метапредметные результаты освоения программы учебного предмета формируются в ходе изучения предметного содержания и решения предметных и межпредметных задач того или иного типа. Поэтому личностные и метапредметные образовательные результаты изучения физики включают качества, способности и умения, которые формируются при освоении именно физического содержания и выполнении учебных заданий, специфических для естественнонаучных предметов.

Для блока **личностных результатов** наиболее значим вклад предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» в:

- приобретение опыта самостоятельного исследования, радости открытия нового знания;
- ответственное отношение к учению, готовность к самообразованию и саморазвитию, мотивация к познавательной деятельности;
- понимание ценности науки, ее роли в развитии человеческого общества, уважение к творцам науки и техники, отношение к физике как элементу общечеловеческой культуры;
- готовность к осознанному выбору дальнейшего профиля обучения, первоначальная ориентация в мире профессий, связанных с физикой;
- формирование уважительного отношения к точке зрения другого человека, его мнению, мировоззрению; готовность и способность вести диалог с другими людьми и достигать в нем взаимопонимания;
- формирование ценностей безопасного образа жизни в современном технологическом мире, правил безопасного поведения на транспорте и на дорогах;
- формирование основ экологической культуры.

Содержание предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» направлено на достижение всех **метапредметных результатов**, перечисленных в ФГОС ООО и СОО. Наиболее значимыми из группы познавательных универсальных учебных действий являются действия, касающиеся освоения способов решения учебно-познавательных и учебно-практических задач и работы с графической информацией (умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач).

Следует отметить, что для полноценного вклада предмета в формирование коммуникативных УУД (в части межличностной коммуникации - умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение) методика обучения предмета нуждается в корректировке. Учебно-методическими комплектами должны быть предусмотрены возможности организации достаточно длительной работы в группах, что требует укрупнения дидактических единиц и отхода от формирования учебников по принципу «урок – параграф».

Ниже перечислены метапредметные результаты, для которых вклад предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» наиболее значим:

- определять цели своей деятельности и планировать пути достижения целей при выполнении учебных задач, в том числе лабораторных работ исследовательского типа и учебных проектов физического содержания;
- осуществлять самоконтроль и самооценку в процессе деятельности, в том числе корректировать при необходимости план выполнения учебной задачи, самостоятельно оценивать результаты решения задач, фиксировать собственные трудности в освоении учебного материала по физике и намечать пути по их преодолению;
- строить логические рассуждения, использовать научные доказательства и имеющиеся данные для получения выводов, в том числе о наблюдаемых физических закономерностях, характере протекания физических процессов, численном значении физических величин;
- создавать и применять модели, выдвигать гипотезы для объяснения или описания физических явлений;
- перерабатывать информацию из текстов физического содержания («смысловое чтение»), в том числе находить нужную информацию в тексте, обобщать содержание текста и выделять в нем основные мысли, критически оценивать содержание текста, использовать информацию из текста для решения физических задач;
- воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в различных формах: словесной, символической, в виде графиков, изображений, схем, диаграмм;

– использовать информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) при решении учебных задач, в том числе для поиска и переработки научной и научно-популярной информации, выполнения лабораторных работ, учебных исследований и проектов, накопления и использования индивидуальных данных, связанных с освоением курса физики;

– продуктивно взаимодействовать с другими людьми, в том числе работать в группе при выполнении учебных задач (например, исследовательских работ и проектов), точно формулировать вопросы и аргументировать свою точку зрения в процессе обсуждения учебного материала, результатов лабораторных работ и проектов.

Анализ требований ФГОС ООО и СОО к **предметным результатам** по физике показал необходимость их корректировки и детализации.

В существующей модели ФГОС требования к предметным результатам представлены в предельно обобщенном виде. В таком виде они являются, скорее, целевыми установками изучения учебного предмета. Требования ФГОС не включают указания на объем и особенности материала физики, есть лишь самые общие указания на отдельные содержательные линии. Кроме того, есть требования, которые, по сути, относятся к одной и той же цели обучения, но представлены в нескольких вариантах, которые дублируют друг друга. Ниже приведен пример предметных требований из ФГОС ООО.

«Предметные результаты изучения предметной области "Естественнонаучные предметы" должны отражать:

Физика:

1) формирование представлений о закономерной связи и познаваемости явлений природы, об объективности научного знания; о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий; научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;

2) формирование первоначальных представлений о физической сущности явлений природы (механических, тепловых, электромагнитных и квантовых), видах материи (вещество и поле), движении как способе существования материи; усвоение основных идей механики, атомно-молекулярного учения о строении вещества, элементов электродинамики и квантовой физики; овладение понятийным аппаратом и символическим языком физики;

3) приобретение опыта применения научных методов познания, наблюдения физических явлений, проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов; понимание неизбежности погрешностей любых измерений;

4) понимание физических основ и принципов действия (работы) машин и механизмов, средств передвижения и связи, бытовых приборов, промышленных технологических процессов,

влияния их на окружающую среду; осознание возможных причин техногенных и экологических катастроф;

5) осознание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования;

6) овладение основами безопасного использования естественных и искусственных электрических и магнитных полей, электромагнитных и звуковых волн, естественных и искусственных ионизирующих излучений во избежание их вредного воздействия на окружающую среду и организм человека;

7) развитие умения планировать в повседневной жизни свои действия с применением полученных знаний законов механики, электродинамики, термодинамики и тепловых явлений с целью сбережения здоровья;

8) формирование представлений о нерациональном использовании природных ресурсов и энергии, загрязнении окружающей среды как следствие несовершенства машин и механизмов»<sup>9</sup>.

Здесь требования 5-8 относятся к задаче формирования экологической грамотности на уроках физики. Это, несомненно, является важной задачей, но в объеме учебного содержания занимающей отнюдь не половину, как это сделано в объеме требований к предметным результатам.

Здесь требования 1-3 явно нуждаются в детализации, а требования 5-8 – в сокращении.

Такое построение предметных требований может привести к проектированию предметных курсов, базирующихся на фрагментарных блоках учебного материала, не позволяющих сформировать систему знаний, основанную на фундаментальных принципах и законах физики.

Если опираться на компетентностный подход, то в предметных требованиях необходимо отразить и наиболее значимые регулятивные и коммуникативные результаты, а также определить те ценностные отношения, которые формируются в рамках предмета.

Существенные трудности это создает и в проектировании содержания государственной итоговой аттестации. Если виды деятельности, которые должны проверяться контрольными измерительными материалами, хотя бы и в обобщенном виде, но регламентируются требованиями ФГОС, то наполнение контрольно-измерительных материалов учебным материалом остается полностью в ведении разработчиков. Тем самым экзаменационные материалы ГИА, по сути, станут регламентировать содержание образования путем разработки своих собственных кодификаторов элементов содержания.

---

<sup>9</sup> Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Приказ Министерства образования и науки РФ №1897 от 17.12.2010. Приказ Минобрнауки России от 29.12.2014 №1644)

Существует и серьезная проблема отсутствия в требованиях ФГОС какой-либо регламентации содержания, которое должно изучаться на данной ступени. Целесообразно было бы либо расширить описание основных содержательных линий в тексте самих требований, либо включить дополнительное упоминание об основных содержательных линиях после перечисления требований.

Ниже для одного из требований по физике для основного общего образования приведены два примера возможного совершенствования предметных результатов (детализации требований и введение основных содержательных линий).

### **Пример 1.**

***Физика, ООО. Детализация требования 3, элементы содержания введены в текст требований***

3.1 Распознавание проблем, которые можно решить при помощи физических методов исследования: выделять отдельные этапы проведения исследований и интерпретировать результаты наблюдений и опытов.

3.2 Проведение прямых измерений физических величин (*промежуток времени, расстояние, масса тела, объем, сила, температура, атмосферное давление, влажность воздуха, напряжение, сила тока, радиационный фон*): выбор измерительного прибора и запись показаний с учетом абсолютной погрешности.

3.3 Проведение исследований зависимостей физических величин с использованием прямых измерений физических величин (см. п. 3.2): конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования.

3.4 Проведение косвенных измерений физических величин с использованием прямых измерений (см. п. 3.2): собирать экспериментальную установку, следуя предложенной инструкции, вычислять значение величины.

3.5 Осознание ценности научных исследований, роли физики в расширении представлений об окружающем мире и ее вклада в улучшение качества жизни.

### **Пример 2.**

***Физика, ООО. Детализация требования 2, элементы содержания представлены отдельно как ядро содержания***

2.1 Распознавание физических явлений в окружающей жизни.

2.2 Объяснение на основе имеющихся знаний основных свойств или условий протекания физических явлений.

2.3 Использование знаний о физических явлениях в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде.

*Требования 2.1-2.3 реализуются на следующем учебном материале:*

Механические явления (равномерное и равноускоренное движение, передача давления твердыми телами, жидкостями и газами, плавание тел, колебательное движение, волновое движение).

Тепловые явления (диффузия, тепловое равновесие, изменение агрегатных состояний вещества, влажность воздуха, способы теплопередачи).

Электрические явления (взаимодействие зарядов, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током, прямолинейное распространение, отражение и преломление света).

Квантовые явления (естественная и искусственная радиоактивность, возникновение линейчатого спектра излучения).

Примерная основная образовательная программа включает детализацию требований к предметным результатам, заявленным во ФГОС в виде **планируемых результатов освоения ООП** и примерных программ по учебным предметам. Планируемые результаты сформулированы лишь как итоговые на конец обучения на данном уровне общего образования и не позволяют судить о том, какова должна быть динамика овладения теми или иными предметными действиями.

Планируемые результаты освоения содержания программы целесообразно разработать по каждому классу. При этом следует уйти от существующей практики представления планируемых результатов по каждому из разделов, поскольку в курсе физики на любом содержании формируются одни и те же способы деятельности.

Планируемые результаты должны конкретизировать требования стандарта для каждого класса изучения физики и представлять собой способы деятельности (умения), на формирование которых направлено изучение предметного курса. Планируемые результаты должны определять круг учебных задач, построенных на обязательном учебном материале, овладение которыми принципиально необходимо для успешного обучения и социализации, которые в принципе могут быть освоены подавляющим большинством обучающихся при условии специальной целенаправленной работы учителя.

При отборе планируемых результатов следует учитывать те познавательные, коммуникативные и регулятивные универсальные учебные действия (часть метапредметных результатов обучения), освоение которых наиболее эффективно осуществляется средствами данного предмета, а также те ценностные установки, которые необходимы для формирования естественнонаучных компетенций.

Планируемые результаты для разных классов должны отражать динамику формирования способов деятельности в процессе обучения. Динамика может обеспечиваться как за счет усложнения структуры объектов (явлений, величин, законов), увеличения их функциональных связей с другими объектами или расширением причинно-следственных и иерархических связей данного объекта с другими, так и за счет увеличения степени самостоятельности учащихся при достижении определённых планируемых результатов. Увеличение степени самостоятельности может обеспечиваться операционализацией, при которой каждая стадия операционализации одного и того же планируемого результата предполагает уменьшение количества умений путем «сворачивания» части умений в одно более сложное умение.

Ниже приведен пример представления одного из планируемых результатов по каждому классу для ООО.

### ***Требование ФГОС***

3.2 Проведение прямых измерений физических величин: выбор измерительного прибора и запись показаний с учетом абсолютной погрешности

#### ***Представление в планируемых результатах по классам***

##### ***7 класс***

Определять пределы измерения и цену деления прибора, считывать показания приборов с их округлением до ближайшего штриха шкалы, обозначать результаты измерения на числовой оси, совпадающей по виду со шкалой прибора.

##### ***8 класс***

Выбирать измерительный прибор с учетом его назначения, цены деления и пределов измерения, правильно составлять схемы включения измерительного прибора в экспериментальную установку, обозначать результаты измерения на числовой оси, записывать их в виде неравенства  $x \pm \Delta x$ .

##### ***9 класс***

Выбирать способ измерения физической величины с учетом минимизации погрешностей, записывать результаты измерений с учетом абсолютной погрешности (в том числе и в виде  $X_{\text{истин}} = X_0 \pm \Delta X$ ).

## **Требования к кадровым условиям реализации основных образовательных программ в соответствии с ФГОС**

В соответствии с ФГОС требования к кадровым условиям в части реализации программы по физике включают:

- укомплектованность образовательной организации педагогическими работниками – учителями физики;
- уровень квалификации педагогических работников образовательной организации (учителей физики);
- непрерывность профессионального развития учителей физики образовательной организации, реализующей образовательную программу общего образования.

Обучение физике предполагает использование лабораторного и демонстрационного оборудования, для работы в кабинете физики привлекается лаборант. Учитель физики должен иметь высшее профессиональное образование. В связи с введением в учебный план обязательного предмета «Астрономия» целесообразно при получении высшего образования присваивать квалификацию «учитель физики и астрономии».

Трудовые функции и трудовые действия учителя физики соответствуют представленным в профессиональном стандарте "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)". Однако целесообразно разработать **специальный стандарт для учителей физики**, как это сделано, например, для учителей русского языка. В этом случае при тех трудовых функциях будут введены необходимые для учителя физики умения (например, умения, связанные с обеспечением функционирования лаборатории кабинета физики, обеспечением экспериментальной части программы по предмету).

Непрерывность профессионального образования учителей физики – необходимое условие формирования кадрового потенциала образовательной организации. Могут использоваться различные формы повышения квалификации: обучение в магистратуре, аспирантуре, докторантуре, на курсах повышения квалификации; стажировки, участие в конференциях, обучающих семинарах и мастер-классах по отдельным направлениям реализации основной образовательной программы; дистанционное образование; участие в педагогических проектах; создание и публикация методических материалов и др.

Следует отметить, что образовательные программы курсов повышения квалификации для учителей физики должны предусматривать блоки предметного содержания (например, решение сложных задач, вопросы современных научных исследований и т.д.). Аттестация по программам повышения квалификации должна предусматривать оценку освоения как методических вопросов,

рассматриваемых в данной образовательной программе, так и вопросов содержания физики (оценка предметной компетенции).

Важнейшим аспектом является оценка деятельности учителя физики, в основе которой лежат показатели и индикаторы, разрабатываемые образовательной организацией. Такие показатели в первую очередь должны отражать *динамику образовательных достижений обучающихся*, о которой можно судить как на основании внешних оценочных процедур, так и на основании внутреннего мониторинга образовательной организации. При этом определение динамики в достижении предметных результатов должно базироваться на анализе планируемых результатов по физике за каждый год обучения.

Кроме того могут учитываться результаты достижения обучающимися метапредметных результатов при наличии соответствующих оценочных процедур, а также активность участия учителя во внеурочной деятельности, владение учителем современными педагогическими технологиями; участие в методической и научной работе; распространение передового педагогического опыта; повышение уровня профессионального мастерства; работа учителя по формированию и сопровождению индивидуальных образовательных траекторий обучающихся; руководство проектной деятельностью обучающихся и др.

Приведем примеры индикаторов, которые могут использоваться для указанных выше показателей:

- *достижение требований ФГОС* – количество обучающихся, достигших базового уровня подготовки по результатам независимых оценочных процедур – ЕГЭ, ОГЭ, всероссийские проверочные работы, диагностические работы регионального уровня;

- *работа с мотивированными и одаренными обучающимися* – количество участников и победителей олимпиад и предметных конкурсов разного уровня – школьного, регионального и т.д.;

- *объективность системы учительского оценивания* – наличие требований к тематическому контролю и промежуточной аттестации с указанием образцом оценочных материалов;

- *качество образовательной среды* – полнота оснащения кабинета физики, использование оборудования кабинета в урочной и внеурочной деятельности;

- *индивидуализация учебного процесса* – число учащихся, выбирающих ОГЭ и ЕГЭ по предмету, спектр курсов по выбору, элективных курсов, кружков и т.п., предлагаемых учителем;

- *работа с обучающимися, имеющими особые образовательные потребности* – создание условий для достижения базовых результатов.

**Рекомендации по использованию действующих учебников и учебно-методических комплектов, по разработке новых, включая электронные образовательные ресурсы, мультимедийные средства**

В федеральный перечень учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ основного общего, среднего общего образования входят учебные методические комплекты по физике:

**для 7-9 классов:**

1. Белага В.В., Ломаченков И.А., Панебратцев Ю.А. Физика. Издательство "Просвещение".
2. Грачёв А.В., Погожев В.А., Селиверстов А.В., Вишнякова Е.А., Боков П.Ю. Физика. Издательский центр ВЕНТАНА-ГРАФ
3. Кабардин О.Ф. Физика. Издательство "Просвещение"
4. Кривченко И.В., Пентин А.Ю. Физика. БИНОМ. Лаборатория знаний
5. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. ДРОФА
6. Пурешева Н.С., Вадеевская Н.Е., Чаругин В.М. Физика. ДРОФА.
7. Хижнякова Л.С., Синявина А.А. Физика. Издательский центр ВЕНТАНА-ГРАФ

**для 10-11 классов:**

1. Касьянов В.А. Физика. Базовый уровень. ДРОФА
2. Мякишев Т.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. / Под ред. Парфентьевой Н.А. Физика (базовый уровень). Издательство "Просвещение"
3. Пурешева Н.С., Вадеевская Н.Е., Исаев Д.А., Чаругин В.М. Физика. Базовый уровень. ДРОФА
4. Грачёв А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. Физика: базовый уровень, углубленный уровень. Издательский центр ВЕНТАНА-ГРАФ
5. Хижнякова Л.С., Синявина А.А., Холина С.А., Кудрявцев В.В. Физика: базовый уровень, углубленный уровень. Издательский центр ВЕНТАНА-ГРАФ
6. Касьянов В.А. Физика. Углубленный уровень. ДРОФА
7. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. в 5 томах. Углубленный уровень. ДРОФА
8. Кабардин О.Ф., Глазунов А.Т., Орлов В.А. и др. / Под ред. Пинского А.А., Кабардина О.Ф. Физика. Углубленный уровень. Издательство "Просвещение"

Таким образом в настоящее время существует 7 линий УМК для основной школы, 3 линии для изучения физики на базовом уровне в 10-11 классах, 3 линии для изучения предмета на углубленном и 2 линии, которые позиционируются как уровневые с возможностью организации обучения как на базовом, так и на углубленном уровнях.

Содержание всех этих линий учебников охватывает содержание примерных программ по физике для уровней основного общего и среднего общего образования. Поскольку какие-либо объективные сравнительные данные о результатах обучения по разным линиям УМК отсутствуют, то не представляется возможным дать обоснованные рекомендации об использовании каких-либо линий учебников.

Однако следует отметить, что заявленные в данных материалах направления модернизации содержания и технологий обучения физике требуют существенного обновления учебных методических комплектов в следующих направлениях:

- усиление прикладного характера учебного материала;
- расширение доли ученического эксперимента, в том числе и в процессе изучения нового материала;
- ориентация учебного процесса на применение знаний в контексте (а не на запоминание);
- совершенствование аппарата усвоения за счет снижения доли расчетных задач и увеличения доли заданий на объяснение и доказательства;
- развитие креативности мышления при решении нестандартных задач и проведении нетрадиционных учебных экспериментов.

Несомненно, важным является совершенствование электронных образовательных ресурсов и мультимедийных продуктов. Важным направлением совершенствования электронных учебников должно стать расширение числа мультимедийных объектов, а также возможности непосредственной работы учащихся с текстом учебника (использование различных видов конспектирования, должна быть предусмотрена функция редактирования и изменения текстов). Использование мультимедийных технологий (особенно различных компьютерных экспериментов и лабораторий) не должно заменять реального физического эксперимента.

**Описание наиболее эффективных подходов к преподаванию предметной области  
«Естественнонаучные предметы. Физика», факторов, способствующих повышению качества  
преподавания учебного предмета, рекомендации по их использованию с учетом  
региональной специфики**

Технология использования компьютерного  
моделирования в процессе исследовательского обучения

Методика обучения выполнению исследовательской деятельности с использованием компьютерного моделирования. Встроенные модели в компьютерной программе позволяют преодолеть многие трудности в обучении, поэтому особенно полезны в том случае, когда преподаватели стремятся создать условия для эвристического обучения учащихся («обучение путем открытий»). Изучение сложных систем с помощью компьютерного моделирования является таким же эффективным, как с помощью традиционных и микрокомпьютерных лабораторий. Этот метод позволяет обучающимся не только проверить и скорректировать свои предположения, но и приобрести представления о процессах, происходящих в реальном мире.

Обучающиеся могут проводить контролируемые эксперименты, исследовать научные концепции, а также проверить свои собственные гипотезы, изменяя параметры, условия или ход действий в рамках каждого моделирования. Даже сложные процессы могут быть отображены в упрощенной форме благодаря использованию интерактивных функций компьютерного моделирования. Благодаря своим особенностям компьютерное моделирование стимулирует учащихся к изучению новых, вызывающих у них интерес явлений.

Технология, основанная на использовании  
планшетных компьютеров и мобильных телефонов

С развитием технологий все большее число мобильных устройств может быть использовано для обучения естествознанию. Эти устройства, включая ноутбуки, планшетные компьютеры (планшеты) и смартфоны, быстро совершенствуются, что обеспечивает их мобильность и повышающуюся вычислительную эффективность. Среди них планшеты и мобильные телефоны - устройства, совмещающие в себе удобство и возможности ноутбука, с сенсорным экраном, которые используются для обучения учащихся и помогают учителям. Разнообразие приложений для планшетов и мобильных телефонов увеличивает преимущества устройств и предлагает учащимся тактильные образовательные опыты, редко воспроизводимые в компьютерном моделировании.

Технология сотрудничества в обучении

Сотрудничество представляет собой совместную работу учащихся, направленную на достижение общей цели. Совместное обучение – способ работы некоторой группы учащихся,

объединённых общей целью. В реальном учебном процессе группы могут быть разной наполняемостью: от целого класса до 3-5 человек.

При использовании технологии сотрудничества учащиеся могут играть разные роли в зависимости от выполняемых заданий. В процессе обучения они обмениваются мнениями, учатся и помогают друг другу. При возникновении спорных вопросов они могут вместе их обсудить, чтобы найти ответы. Важно, что в процессе сотрудничества развиваются не только предметные умения и навыки, но и навыки межличностного общения, происходит развитие коммуникативной компетентности учащихся: умение формулировать проблему, способность слушать и слышать других, выражать собственное мнение и уважать мнение других людей, способность приходить к консенсусу, находить баланс между слушанием и говорением.

Роль учителя при совместном обучении заключается в том, что он четко формулирует задачу ученикам, разъясняет её; наблюдает за процессом совместного выполнения заданий и оказывает своевременную помощь ученикам; даёт направление дискуссии и управляет процессом, обеспечивая атмосферу сотрудничества, вместе с учащимися оценивает результаты, полученные учащимися и организует рефлексию.

Возможны разные подходы к формированию групп учащихся. Один из них – формирование групп, исходя из достижений учащихся в образовательной деятельности.

Например, в группу учащихся могут быть включены один ученик высокого уровня, два – среднего и два – низкого. Работа в такой смешанной группе может помочь отстающим учащимся повысить свою успеваемость. Совместное обучение поддерживает отстающих учеников, улучшает их социальную адаптацию. Хорошо успевающие учащиеся, оказывая помощь менее подготовленным учащимся, повышают и свой уровень, и свою самореализацию. Каждый из учеников вне зависимости от его способностей к обучению улучшает свои показатели.

Важно, что оценивается работа всей группы целиком, это повышает индивидуальную ответственность каждого за совместную работу, усиливает стремление помогать слабым учащимся и подтягивать их, учащимся предоставляются равные возможности при выполнении групповой работы, достижения ученика сравниваются с его прежними достижениями, а не с достижениями других учащихся.

Возможны различные варианты организации деятельности учащихся в рамках технологии сотрудничества. Один из них (метод начального сотрудничества) предполагает, что учитель не сразу объясняет материал учебника, а просит учеников попытаться самостоятельно разобраться в нем. В результате каждый ученик самостоятельно изучает часть нового материала, затем учитель соединяет все части воедино и подводит итоги. Вначале учитель повторяет пройденный материал, знакомит учеников с темой урока, формирует группы и распределяет между участниками каждой группы небольшие подтемы для самостоятельного изучения. Учащиеся разбираются в этих

небольших подтемах и отбирают соответствующий материал. Учащиеся разных групп, готовящие одну и ту же небольшую подтему, образуют отдельную группу и обсуждают внутри неё результаты своей работы. Затем они возвращаются в свои первоначальные группы и делятся полученными знаниями с другими членами группы.

Второй вариант (сотрудничество второго уровня) включает два дополнительных элемента: небольшую проверку и оценку работы группы. Так же, как и в первом варианте учитель повторяет пройденный материал, знакомит учеников с темой урока, формирует группы и распределяет между участниками каждой группы небольшие подтемы для самостоятельного изучения. Учащиеся разбираются в этих небольших подтемах и отбирают соответствующий материал. Учащиеся разных групп, готовящие одну и ту же небольшую подтему, образуют отдельную группу и обсуждают внутри неё результаты своей работы. Затем они возвращаются в свои первоначальные группы и делятся полученными знаниями с другими членами группы. А затем учитель осуществляет проверку усвоения знаний и оценивает работу и успехи каждой группы и выбирает более успешную.

Ещё один вариант реализации технологии сотрудничества отличается тем, что учитель лишь управляет процессом обучения, а учащиеся самостоятельно распределяются по группам, сами планируют содержание работы и распределяют работу внутри группы, совместно проводят теоретическое или экспериментальное исследование, готовятся к презентации результатов работы, представляют их, совместно с учителем оценивают работу и доклады группы в целом и отдельных учащихся. Этот вариант эффективен, потому что дает учащимся большую степень свободы. Они исследуют наиболее интересный им материал, который соответствует их способностям, уровню их подготовки.

#### *Технология «перевернутого» обучения (“FLIP”-метод)*

Технология перевернутого обучения заключается в том, что учащиеся изучают новый материал самостоятельно с помощью учебников, он-лайн технологий, видео-лекций, презентаций, путем проведения самостоятельных исследований, осуществляя познавательную деятельность более низкого уровня (получение новых знаний и их осмысление) во внеурочной деятельности. При этом они могут получить у учителя консультацию в случае определённых затруднений. На уроке, имея предварительную подготовку, они выполняют деятельность более высокого уровня (применение знаний, их анализ, синтез и оценивание) при взаимодействии с одноклассниками и учителем. В классе проходит совместное обсуждение проблем, решение разного рода задач, при котором полученные знания применяются на практике. Данная модель обучения отличается от традиционной модели, при которой новый материал объясняется в классе учителем, а затем применяется при решении задач. Таким образом, перевернутое обучение позволяет учащимся составить первоначальное представление об изучаемом материале до проведения занятия; делает

обязательной самостоятельную деятельность и стимулирует учащихся к её выполнению; способствует формированию у учащихся коммуникативных и информационных умений, позволяет основное учебное время посвятить обсуждению и решению проблем.

### Технология дополненной реальности

Технология дополненной реальности (ДР) является одной из технологий, получающих распространение в настоящее время. Её несомненное достоинство состоит в том, что её использование позволяет учащимся стать активными участниками учебно-научного исследования.

Особенность технологии дополненной реальности (ДР) заключается в том, что виртуальные объекты и информация дополняют сведения о физических объектах и окружающей среде, в результате чего создаётся смешанная реальность, в которой сосуществуют реальное и виртуальное, что значительно расширяет возможности обучения. За последнее время развитие мобильных устройств позволило использовать в обучении компьютерное моделирование, основанные на имитации реальности.

Например, технология мобильной ДР может быть использована в процессе изучения учащимися вопросов атомной энергетики и радиационного загрязнения с применением он-лайн приложения для измерения дозы радиоактивного излучения. Использование технологии мобильной ДР для измерения радиоактивности погружает обучающихся в условия ядерной катастрофы, в зону повышенной радиационной активности, чтобы они могли измерить уровень смоделированного загрязнения на территории школы. Обучающиеся должны собрать данные в 10 местах на территории школы, которые находятся в различных условиях: три типа условий в помещении (открытые окна, закрытые окна с кондиционером, отсутствие окон и кондиционера) с тремя различными материалами отделки помещений (дерево, металл, цемент) и место на открытом воздухе. Обучающимся нужно создать условия для каждого уровня загрязнения с помощью раскрывающегося меню программного обеспечения. После этого им нужно сопоставить полученные коэффициенты излучения, чтобы определить, в каких условиях меньше всего распространяется радиация.

Технология ДР позволяет учащимся ощутить себя «внутри» моделируемой ситуации, погрузиться в моделируемую среду, возникшую из сочетания реальных физических объектов и виртуальной информации. Такое ситуативно-ориентированное обучение способно влиять на развитие эмоций (доверие), познавательных процессов (внимание, речь), а также усвоение материала.

## **Научно-обоснованные предложения по модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»**

1. Физика – системообразующий предмет для предметной области «Естественнонаучные учебные предметы», поскольку физические законы лежат в основе процессов и явлений, изучаемых химией, биологией, астрономией и физической географией. В качестве школьного предмета «Физика» вносит основной вклад в формирование естественнонаучной картины мира школьников и предоставляет наиболее ясные образцы применения научного метода познания, то есть способа получения достоверных знаний о мире. Физическое образование должно готовить российских граждан к жизни и работе в условиях современной инновационной экономики, которая только и может обеспечить реальное благосостояние населения и выход России на передовые позиции в мире в науке и технологиях. Задачи школьного физического образования состоят не только в выявлении и подготовке талантливых молодых людей для продолжения образования и дальнейшей профессиональной деятельности в области естественнонаучных исследований и создании новых технологий. Не менее важным является формирование естественнонаучной грамотности и интереса к науке у основной массы учащихся, которые в дальнейшем будут заняты в самых разнообразных сферах деятельности.

2. Разработка концепции модернизации содержания и технологии преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» невозможно без четкого определения места учебного предмета в обязательной части учебных планов начального, основного и среднего общего образования. В соответствии с ПООП содержание образования, относящиеся к области физики, реализуется в рамках следующих учебных предметов: «Окружающий мир» в 1-4 классах; «Физика» в 7-9 классах; «Естествознание» в 10-11 классах (базовый уровень); «Физика» в 10-11 классах (базовый уровень); «Физика» в 10-11 классах (углубленный уровень); «Астрономия» в 11 классах (предмет планируется к введению).

3. Необходимо рассмотреть вопрос о некоторой *коррекции содержания предметов естественнонаучного цикла в начальной школе и 5-6 классах*. Сравнительный анализ отечественных программ и программы международного исследования TIMSS (а это результат согласования позиций экспертов более чем из 50 стран-участниц проекта) показывает, что в начальной школе раздел «Естествознание» предмета «Окружающий мир» включает значительно меньше вопросов, чем принято в международной практике. Настало время пересмотреть исторически сложившееся содержание естествознания в начальной школе в сторону усиления вопросов, связанных с элементами физико-химических и географических знаний. Целесообразно

ввести в учебно-методические комплекты по окружающему миру систему лабораторных ученических опытов, направленных на формирование умения самостоятельно проводить простейшие наблюдения и опыты.

В 5-6 классах предусмотрено изучение только систематических курсов биологии и географии, во ФГОС произошел полный отказ от существовавшей ранее возможности изучения в младшем подростковом возрасте интегрированного курса естествознания, который включал и физическую составляющую. Между тем, именно возраст 10-12 лет (что соответствует 5-6 классам), который отличает высокая любознательность и стремление исследовать природу, наиболее активно используется во всех странах для формирования первоначальных исследовательских умений, азов естественнонаучной грамотности и научного мировоззрения. Эту задачу и в нашей школе должен решать *интегрированный курс «Естествознание» в 5-6 классах*, предшествуя систематическим курсам физики, химии и биологии. Искусственный разрыв в два года (только с 7 класса начинается изучение физики и с 8 класса – химии) приводит к утрате у многих учащихся интереса к естественным наукам, а также забыванию тех первоначальных естественнонаучных знаний и умений, которые были получены ими в начальной школе в рамках предмета «Окружающий мир».

4. В 7-9 классах при изучении систематического курса физики, сохраняя общий подход к изучению эмпирического уровня научных знаний (изучение физики явлений), сделать акцент на усиление методологической составляющей (исследовательский подход в лабораторных работах) и перенос акцента в требованиях к результатам (требование на уровне применения знаний) с решения расчетных задач на объяснение физических явлений на основе имеющихся теоретических знаний (качественные задачи). Усиление практической части курса основной школы (расширение числа ученических практических работ) должно обеспечивать мотивацию к изучению предмета, увеличение доли обучающихся, выбирающих физику в качестве профильного предмета в средней школе.

Целесообразно предусмотреть разработку программ для образовательных организаций, реализующих программы повышенного образовательного уровня и реализующие расширенное обучение физике, начиная с 8 класса. Как правило, это лицеи и гимназии, созданные на базе вузов инженерно-технического профиля или тесно сотрудничающие с такими вузами. Здесь кроме более глубокого изучения курса физики в 8-9 классах основной школы и углубленного изучения физики в 10-11 классах средней школы могут реализовываться различные программы дополнительного образования, связанные с научно-техническим творчеством (робототехника, 3D-прототипирование и т.д.)

Основной целью изучения предмета *на базовом уровне в средней школе* должно стать формирование естественнонаучной грамотности, что требует существенного изменения требований к результатам и аппарата усвоения учебно-методических комплектов с «физики расчетов» на «физику объяснений».

Обновление содержания *в средней школе (углубленный уровень)* – это введение вопросов, связанных с современной физикой. Содержание профильного курса физики в средней школе нуждается в изменениях в части наполнения раздела «Атомная и ядерная физика» фактами и закономерностями, связанными с достижениями современной физики.

Решение Министерства образования и науки о введении предмета «Астрономия» в 11 классе расширяет спектр предметов естественнонаучной области в средней школе. Изучение астрономии невозможно без обращения к базовым знаниям по физике, поэтому программа этого курса должна быть скоординирована с программой курсов физики средней школы.

5. Анализ результатов исследований и различных подходов к выделению содержательных линий предмета «физика», сложившегося опыта построения курсов физики для российской школы позволяют считать целесообразным выделение следующих содержательных линий, единых для уровней основного и среднего общего образования:

– *Метапредметные*: становление и развитие естественнонаучного знания, смена научных картин мира, физика как развивающаяся наука; логика естественнонаучного познания; модели и моделирование в физике, границы применимости физических моделей; причинность, дополнительность и соответствие в физике.

– *Предметные*: естественнонаучные методы изучения природы; строение и свойства вещества, физические превращения вещества; движение и взаимодействие тел; механическая энергия и её превращения; электромагнитное взаимодействие; электромагнитное поле, его частные проявления; колебания и волны; частицы, волны, кванты, строение материи, взаимосвязь и взаимопревращения вещества и поля; строение и эволюция Вселенной; физика как основа техники и технологий.

– *Деятельностные*: постановка вопросов и решение проблем; планирование и проведение теоретических и экспериментальных исследований; моделирование и исследование моделей; объяснение причин явлений, логические доказательства, обоснование выводов и полученных решений; получение, оценка, интерпретация, использование и передача информации; сотрудничество и взаимодействие в учебной деятельности.

Стержневыми элементами курса физики основной школы являются физические явления (формирование знаний о природе физических явлений, их причинах, основных физических понятия и знаний феноменологических законов физики). Стержневой идеей курса физики средней школы является физическая теория.

6. В существующей модели ФГОС требования к предметным результатам представлены в предельно обобщенном виде; они являются, скорее, целевыми установками изучения учебного предмета. Такое построение предметных требований может привести к проектированию предметных курсов, базирующихся на фрагментарных блоках учебного материала, не позволяющих сформировать систему знаний, основанную на фундаментальных принципах и законах физики. Существует и серьезная проблема отсутствия в требованиях ФГОС какой-либо регламентации содержания, которое должно изучаться на данной ступени. Необходимо провести работу по детализации требований ФГОС к предметным результатам по физике и дополнить их основными содержательными линиями для каждого уровня образования.

7. Нуждается в доработке документы, регламентирующие содержание физического образования в ПООП ООО и СОО. *Планируемые результаты освоения содержания программы целесообразно разработать по каждому классу.* Они должны конкретизировать требования стандарта для каждого класса изучения физики и представлять собой способы деятельности (умения), на формирование которых направлено изучение предметного курса. При отборе планируемых результатов следует учитывать не только познавательные результаты (как это сделано в настоящее время), но и коммуникативные и регулятивные действия, освоение которых наиболее эффективно осуществляется средствами физики, а также те ценностные установки, которые необходимы для формирования естественнонаучных компетенций.

8. Результаты ЕГЭ в течение ряда лет демонстрируют слабую подготовку большинства выпускников, претендующих на поступление в физико-технические вузы. Из примерно 170 тысяч участников ЕГЭ по физике почти три четверти успешно выполняют лишь задания базового уровня. Примерно четверть участников ЕГЭ демонстрируют умения выполнять задания повышенного уровня и решать стандартные задачи по физике. И лишь немногим более 11% от числа всех участников экзамена показывают умения выполнять задания высокого уровня сложности и готовность к успешному обучению в вузах по физическим специальностям. Эти данные косвенно свидетельствуют о недостаточном числе обучающихся, которые имеют возможность изучать курс физики на профильном уровне.

Этот вывод подтверждается и данными исследования TIMSS-11, в котором у Российской Федерации один из самых низких индексов охвата (4,9%), т.е. в нашей стране профильный курс физики изучает лишь порядка 30-35 тысяч выпускников, что явно недостаточно для качественного восполнения научно-технических и инженерных кадров. Нуждается в усилении *работа по привлечению учащихся в профильные физико-математические классы, расширению сети таких классов.*

9. Модернизация содержания и технологий преподавания предмета невозможна без повышения уровня квалификации учителей физики. В случае введения в учебный план предмета

«Астрономия» целесообразно при получении высшего образования присваивать квалификацию «учитель физики и астрономии». Целесообразно разработать *специальный профессиональный стандарт для учителей физики*, расширив и конкретизировав необходимые умения в обобщенных трудовых функциях (например, умения, связанные с обеспечением функционирования лаборатории кабинета физики, обеспечением экспериментальной части программы по предмету).

В программах повышения квалификации учителей физики необходимо предусматривать блоки не только методического, но и предметного содержания (например, решение сложных задач, вопросы современных научных исследований и т.д.). Важнейшим показателем оценки деятельности учителя физики должен быть *показатель динамики образовательных достижений обучающихся*, о которой можно судить как на основании внешних оценочных процедур, так и на основании внутреннего мониторинга образовательной организации.

10. Учебно-методические комплекты по физике, включенные в федеральный перечень учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ основного общего, среднего общего образования, отвечают требованиям ФГОС (детализированных в программах по физике ПООП ООО и СОО) в части содержания учебного материала. Однако достижение требований стандарта в части деятельностной составляющей требует *обновления учебных методических комплектов*: усиления прикладного характера учебного материала; расширения доли ученического эксперимента; переориентации учебного процесса на применение знаний в контексте жизненных ситуаций; увеличения доли заданий на объяснение и доказательства в аппарате усвоения учебников и т.п.. Необходимо создать дидактические материалы (задачники, рабочие тетради, сборники диагностических материалов и пр.), содержащие не только традиционные расчетные задачи, но и задания, выполнение которых требует не просто решить задачу, следуя изученному алгоритму, но и дать пояснения, доказать и обосновать свою точку зрения, применить знания к решению проблем.

11. Модернизация подходов к преподаванию физики как в основной, так и в средней школе связана с *внедрением современных технологий обучения*, таких как: технология использования компьютерного моделирования в процессе исследовательского обучения, технология, основанная на использовании планшетных компьютеров и мобильных телефонов, технология сотрудничества в обучении (работа в малых группах сотрудничества), технология «перевернутого» обучения (самостоятельное изучение нового материала до проведения урока), технология дополненной реальности (виртуальные объекты и информация дополняют сведения о физических объектах и окружающей среде при проведении учебных исследований); технология формирования экспериментальных умений учащихся.

Одним из приоритетных направлений обучения учащихся физике является проектно-исследовательская деятельность. Проектная деятельность, как правило, носит интегративный характер и может развиваться в рамках STEM-технологии. Суть STEM-технологии состоит в организации такой среды обучения, которая делает учащихся активными участниками образовательного процесса, дает возможность широкого выбора в области будущего профессионального развития на основе фундаментальной естественнонаучной и математической подготовки.

Целесообразно усовершенствовать подходы к оценке учебных достижений по физике, усилив в предметных измерительных материалах роль качественных задач различного уровня сложности, поскольку именно эта группа заданий позволяет формировать умение рассуждать, выстаивать доказательные объяснения с опорой на изученные явления, факты и закономерности.

12. В соответствии с ожидаемыми результатами изучения курса физики в общем образовании можно выделить и приоритетные виды учебной деятельности, формируемые в процессе обучения: использование приборов и оборудования, постановка исследовательских вопросов, выдвижение гипотез, прогнозирование, исследование альтернативных возможностей, наблюдение, формулировка выводов, анализ, сравнение и классификация процессов и явлений, оценка качества получаемой информации, проверка данных исследования, решение проблем, планирование и проведение исследований.

13. Материально-технические условия организации процесса обучения физике требуют оснащения кабинета физики необходимым оборудованием, а также оснащение специальной лаборатории для занятий проектной и учебно-исследовательской деятельностью (единого для всех предметов естественнонаучного цикла). Отбор оборудования для кабинета физики должен осуществляться на основе принципов полноты, преемственности и оптимального сочетания классических и современных (компьютерных) средств измерений. Приоритетом является лабораторное оборудование для фронтального эксперимента, которое оптимально представлять в виде тематических комплектов (по механике, молекулярной физике, электричеству и оптике). Реальное положение с оснащенностью учебных кабинетов вызывает тревогу, и без исправления ситуации крайне затруднена модернизация физического образования (об этом косвенно свидетельствует организация ОГЭ, в котором используется простейшее лабораторное оборудование). Целесообразно перейти на Федеральный программно-целевой способ обновления материальной базы школьных кабинетов физики.

Важным является введение экспериментальных заданий в КИМ ЕГЭ по физике. В настоящее время технологические особенности проведения ЕГЭ не позволяют полноценно проверить один из важнейших образовательных результатов – умение проводить исследования физических процессов. У учителей физики формируется отношение к учебному эксперименту как

малозначительному и необязательному виду деятельности, что приводит к пренебрежению лабораторными работами и, как следствие, к неудовлетворительному уровню формирования экспериментальных умений. Экспериментальная часть ЕГЭ может выполняться в отдельный от письменной части день в специальном центре, оснащённом необходимым лабораторным оборудованием. Для выполнения экспериментальных заданий могут использоваться наборы оборудования на базе традиционных приборов и материалов, включённых в перечень оборудования для школьных кабинетов физики, либо компьютерный измерительный блок (компьютер и подключённые к нему датчики для измерения различных физических величин).

**Структурные и организационные схемы в отношении внедрения нового содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»**

*Принципиальная схема внедрения нового содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»*



## Организационная схема мониторинга внедрения нового содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»



**Мониторинг** — система сбора/регистрации, хранения и анализа небольшого количества ключевых параметров деятельности общеобразовательных организаций по направлению «Естественнонаучные предметы. Физика» для вынесения суждения о состоянии процесса внедрения. То есть для вынесения суждения об объекте в целом на основании анализа небольшого количества характеризующих его признаков.

Мониторинг выполняет следующие организационные функции:

- выявляет состояние критических или находящихся в состоянии изменения явлений исследуемой среды, в отношении которых будет выработан курс действий на будущее;
- устанавливает отношения с объектами исследований, обеспечивая обратную связь, в отношении предыдущих удач и неудач определенной политики или программ;
- устанавливает соответствия правилам и обязательствам.

**Объект** мониторингового исследования - образовательные организации

**Предмет** мониторингового исследования – деятельность образовательных организаций по внедрению нового содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», отраженная, в критериях и показателях, ее результаты,

взаимодействие образовательных организаций друг с другом и другими элементами системы независимой оценки.

**Цель мониторинга:** повышение качества и объективности выполняемых общеобразовательными организациями функций, эффективности работы в рамках преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» в Российской Федерации.

**Основные задачи мониторинга:**

1. разработка механизмов (нормативно-инструктивных, методических, информационных) мониторинга;
2. разработка (доработка и совершенствование) показателей и инструментария мониторинга;
3. формирование механизма обратной связи для оценки деятельности по внедрению;
4. выявление эффективных практик деятельности, взаимодействия общеобразовательных организаций друг с другом и средой;
5. выявление, определение и мониторинг рисков внедрения;
6. подготовка аналитических материалов, отражающих развитие всего направления «Физика» для принятия стратегических и тактических управленческих решений.

**Описание процессов нормативно-правового, научно-методического, кадрового, материально-технического, программного и информационно-ресурсного обеспечения образовательной деятельности**

Описание **нормативно-правового обеспечения** образовательной деятельности в процессе внедрения и реализации концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» представлено в разделах:

- «Описание действующих нормативных документов»;
- «Описание наиболее эффективных подходов к преподаванию предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» и факторов, способствующих повышению качества иноязычного образования (в пунктах, раскрывающих группу нормативных факторов)»;
- «Научно-обоснованные предложения по модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика».

**Научно-методическое обеспечение концепции** предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» представлено сформулированными целями и задачами концепции;

обоснованием выбранных подходов к обновлению содержания и технологий в данной предметной области; описанием содержания предметной области (ее сквозных линий и основных видов учебной деятельности, предлагаемых технологий преподавания).

Укрупненно процесс нормативно-правового и научно-методического обеспечения реализации концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» представлен на рисунке 1.



Рис 1. Организационная схема процесса нормативно-правового и научно-методического обеспечения реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»

**Программное и информационно-ресурсное обеспечение** образовательной деятельности в процессе реализации концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» представлено в разделах:

- «Концептуальное описание»;

- «Основные содержательные линии предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»;
- «Приоритетные направления, методы в преподавании физики»;
- «Требования ФГОС к результатам образования (личностным, метапредметным, предметным) по основным общеобразовательным программам»;
- «Рекомендации по использованию действующих учебников и учебно-методических комплектов, по разработке новых учебников и УМК, включая электронные образовательные ресурсы, мультимедийные средства».

Требования к **материально-техническому обеспечению** предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» представлены в разделе «Инструментарий и средства материально-технического обеспечения».

**Кадровое обеспечение** образовательной деятельности в процессе внедрения концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» представлено в разделе «Требования к кадровым условиям реализации основных общеобразовательных программ в соответствии с ФГОС».

**Кадровое обеспечение эффективности внедрения Концепции предметной области  
«Естественнонаучные предметы. Физика»**

| <b>Оценка обеспеченности квалифицированными кадрами (учителями физики) общеобразовательных организаций</b> | <b>Оценка возможностей региона в своевременной подготовке необходимого количества специалистов по предмету (наличие вуза, курсов ПК)</b> | <b>Мониторинг текущей ситуации по обеспеченности кадрами и принятие соответствующих управленческих решений</b>   |
|--|--|--|
| 1. Определение количественной потребности<br><br>2. Определение уровня квалификации специалистов           |  | Разработка критериев и показателей для мониторинговых исследований обеспеченности квалифицированными кадрами и оценки качества и эффективности внедрения Концепции |

**Система планирования деятельности по реализации Концепции в соответствии с поставленными целями и задачами. Описание порядка внедрения. Механизмы мониторинга результатов реализации Концепции. Ключевые показатели и индикаторы эффективности реализации концепции (не менее 20 показателей и индикаторов)**

В соответствии с поставленными целями и задачами, система планирования деятельности по реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» включает описание

- условий эффективности реализации Концепции с разработкой дорожной карты, раскрывающей порядок и график внедрения концепции, участников/исполнителей данной работы;
- механизмов мониторинга результатов реализации Концепции с разработанными ключевыми показателями и индикаторами их достижения на период до 2020 года.

**Цель:** обеспечение эффективной реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» на федеральном, региональном, территориальном уровнях, уровне образовательной организации в соответствии с поставленными целями и задачами, планируемыми результатами, сформулированными ключевыми показателями и индикаторами.

**Задачи реализации:**

1. Нормативно-правовое обеспечение эффективной реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»
2. Подготовка и повышение квалификации педагогических кадров, участвующих в реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика».
3. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика».
4. Оценка качества реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика».

Для первоначального мониторинга предполагается использовать следующие показатели и индикаторы:

**Федеральные показатели и индикаторы**

1. Доля общеобразовательных организаций, реализующих ООП на основе требований Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» и примерных образовательных программ.
2. Доля общеобразовательных организаций, оснащенных необходимыми учебно-методическими и материально-техническими ресурсами для преподавания предметной области

«Естественнонаучные предметы. Физика», организации проектной и проектно -исследовательской деятельности.

3. Доля общеобразовательных организаций с расширенной программой изучения физики (на этапах основного общего и среднего общего образования).

4. Доля общеобразовательных организаций, реализующих программы углубленного изучения физики (на этапе среднего общего образования).

5. Доля общеобразовательных организаций, реализующих программы изучения физики (на этапах основного общего и среднего общего образования).

6. Наличие вариативных программ подготовки обучающихся по физике, реализующихся с учетом региональной специфики, (в т.ч. программы внеурочной деятельности, дополнительного образования).

7. Доля педагогических работников, прошедших повышение квалификации по реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика».

8. Удельный вес обучающихся, участвующих в местных, региональных, федеральных, международных конкурсах и олимпиадах

9. Количество проведенных всероссийских исследований качества образования

#### **Региональные показатели и индикаторы:**

1. С какими организациями основного общего образования осуществляется постоянное взаимодействие?

2. С какими организациями среднего профессионального образования осуществляется постоянное взаимодействие?

3. С какими организациями высшего образования осуществляется постоянное взаимодействие?

4. С какими научными организациями и учебно-методическими центрами осуществляется постоянное взаимодействие?

5. С какими общественными организациями осуществляется постоянное взаимодействие?

6. На базе каких организаций осуществляется повышение квалификации / переподготовка преподавателей?

7. Количество преподавателей, прошедших стажировку в других регионах?

8. Количество преподавателей, прошедших стажировку из других регионов?

9. Место региона, по исследованию качества образования в текущем году?

#### **Критерии общеобразовательной организации:**

1. Место организации в региональной оценке качества образования в соответствии с региональным (всероссийским) конкурсом за текущий год.

2. Полученный результат ЕГЭ (средний) по физике за прошедший учебный год.
3. Полученный результат ОГЭ (средний) по физике за прошедший учебный год.
4. Количество учеников-победителей региональных олимпиад, конкурсов по физике.
5. Количество учеников-победителей всероссийских олимпиад, международных конкурсов по физике.

**Условия эффективности реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» (включая ключевые показатели и индикаторы эффективности реализации Концепции, механизмы мониторинга результатов реализации Концепции)**

Для эффективной реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» необходимо создание следующих условий:

1. Разработать критерии эффективности реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», включая ключевые показатели и индикаторы.
2. Разработать дорожную карту по внедрению Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» в деятельность общеобразовательных организаций (на период до 2020 года).
3. Внести изменения в ФГОС начального общего, основного общего и среднего общего образования, примерные основные общеобразовательные программы начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования в соответствии с Концепцией предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика».
4. Обеспечить разработку и апробацию рабочих программ по предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» на уровне начального общего образования, основного общего образования и среднего (полного) общего образования.
5. Разработать программы повышения квалификации для учителей физики, направленных на реализацию Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» в общеобразовательных организациях.
6. Подготовить инструктивно-методические письма по реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», в соответствии с национально-региональными особенностями, материально-техническими и кадровыми возможностями.
7. Организовать мониторинг реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», включающий:
  - а. анализ объемов и направлений подготовки обучающихся в разрезе по классам, урочной и внеурочной деятельности, количества часов;

б. анализ учебно-методического и материально-технического обеспечения предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»;

в. анализ кадрового состава учителей физики, включая соответствие квалификации, повышение квалификации и пр.;

г. участие обучающихся и школ во Всероссийской олимпиаде школьников по физике, исследованиях в рамках НИКО, региональных олимпиадах и конкурсах по физике;

д. анализ использования возможностей дополнительного образования для совершенствования физической подготовки обучающихся;

е. достижение ключевых показателей и индикаторов эффективности реализации концепции.

### КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ИНДИКАТОРЫ

#### эффективности реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»

| №<br>п/п | Ключевые показатели  | Единица<br>измерения | 2017<br>год | 2018<br>год | 2019<br>год | Конечное<br>значение<br>(2020 год) |
|----------|--|----------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------|
| 1.       | Доля общеобразовательных организаций, реализующих ООП на основе требований Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» и примерных (рабочих) программ   | %                    | 0           | 30          | 70          | 100                                |
| 2.       | Доля общеобразовательных организаций, оснащенных необходимыми учебно-методическими и материально-техническими ресурсами для преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», организации проектной и проектно-исследовательской деятельности | %                    | 50          | 60          | 80          | 100                                |
| 3.       | Доля общеобразовательных   | %                    | 10          | 20          | 35          | 50                                 |

|                              |   |                    |    |    |    |     |
|------------------------------|---|--------------------|----|----|----|-----|
|                              | организаций, реализующих программы углубленного изучения физики на уровне среднего общего образования   |                    |    |    |    |     |
| 4.                           | Количество вариативных программ подготовки обучающихся, реализующихся с учетом региональной специфики, (в т.ч. программ внеурочной деятельности, дополнительного образования) | Шт.                | 5  | 10 | 20 | 30  |
| 5.                           | Доля педагогических работников, прошедших повышение квалификации по реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»                             | %                  | 20 | 50 | 80 | 100 |
| 6.                           | Удельный вес обучающихся, участвующих в местных, региональных, федеральных, международных конкурсах и олимпиадах  | %                  | 10 | 15 | 20 | 30  |
| 7.                           | Количество проведенных всероссийских исследований качества образования  | Ед.                | 1  | 1  | 1  | 1   |
| <b>Региональные критерии</b> |   |                    |    |    |    |     |
| 1.                           | С какими организациями основного общего образования осуществляется постоянное взаимодействие?   | Кол-во организаций |    |    |    |     |
| 2.                           | С какими организациями среднего профессионального образования осуществляется постоянное взаимодействие?   | Кол-во организаций |    |    |    |     |
| 3.                           | С какими организациями высшего образования осуществляется постоянное взаимодействие?  | Кол-во организаций |    |    |    |     |

|   |  |                    |  |  |  |  |
|---|--|--------------------|--|--|--|--|
| 4.  | С какими научными организациями и учебно-методическими центрами осуществляется постоянное взаимодействие?                    | Кол-во организаций |  |  |  |  |
| 5.  | С какими общественными организациями осуществляется постоянное взаимодействие?   | Кол-во организаций |  |  |  |  |
| 6.  | На базе каких организаций осуществляется повышение квалификации / переподготовка преподавателей?                             | Кол-во организаций |  |  |  |  |
| 7.  | Количество преподавателей, прошедших стажировку в других регионах  | Чел.               |  |  |  |  |
| 8.  | Количество преподавателей, прошедших стажировку из других регионов   | Чел.               |  |  |  |  |
| 9.  | Место региона, по исследованию качества образования в текущем году   | Место              |  |  |  |  |
| <b>Критерии общеобразовательной организации</b> |  |                    |  |  |  |  |
| 1.  | Место организации в региональной оценке качества образования в рамках регионального (всероссийского) конкурса за текущий год | Место              |  |  |  |  |
| 2.  | Результат ЕГЭ (средний) по физике  | Баллы              |  |  |  |  |
| 3.  | Результат ОГЭ (средний) по физике  | Баллы              |  |  |  |  |
| 4.  | Количество учеников-победителей региональных олимпиад и конкурсов по физике  | Чел.               |  |  |  |  |

|    |   |      |  |  |  |  |
|----|---|------|--|--|--|--|
| 5. | Количество учеников-победителей всероссийских олимпиад (международных конкурсов) по физике. | Чел. |  |  |  |  |
|----|---|------|--|--|--|--|

**Дорожная карта по внедрению Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области**

**«Естественнонаучные предметы. Физика»**

(на период до 2020 года)

| №    | Направления реализации Концепции   | Результаты   | Сроки реализации         | Исполнители/<br>участники  |
|------|--|--|--------------------------|--|
| 1.   | <i>Нормативно-правовое обеспечение эффективной реализации Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</i>   |  |                          |  |
| 1.1. | Общественно-профессиональное обсуждение проекта Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» с участием разных заинтересованных групп (экспертов в области преподавания «Физики», представителей науки, представителей общественно-профессиональных сообществ учителей-предметников, представителей региональных и муниципальных органов управления образованием и руководителей образовательных организаций, работодателей, представителей общественных организаций и средств массовой информации (профильных) и др.) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспертные заключение на проект Концепции;</li> <li>- анализ критических замечаний и предложений по доработке Концепции;</li> <li>- доработка проекта Концепции.</li> </ul> | Сентябрь-октябрь 2017 г. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- РАО;</li> <li>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов естественнонаучного цикла;</li> <li>- ученые, деятели науки;</li> <li>- общеобразовательные и средние профессиональные организации;</li> <li>- вузы и институты развития образования;</li> <li>- органы управления образованием, руководители ОО;</li> <li>- общественные организации;</li> </ul> |

|      |  |   |                                    |  |
|------|--|---|------------------------------------|--|
|      |  |   |                                    | - издательства, СМИ  |
| 1.2. | Утверждение Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» и порядка ее реализации   | - утверждение Концепции;<br>- инструктивно-методическое письмо о реализации Концепции;<br>- дорожная карта внедрения Концепции.                         | Ноябрь 2017 г.                     | - Минобрнауки России;<br>- РАО   |
| 1.3. | Внесение изменений в действующие ФГОС начального общего, основного общего, среднего общего образования в части предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», предметной области «Естественнонаучные предметы»        | - изменения во ФГОС начального общего образования;<br>- изменения во ФГОС основного общего образования;<br>- изменение ФГОС среднего общего образования | Ноябрь 2017 г.-<br>февраль 2018 г. | - Минобрнауки России;<br>- РАО;<br>- экспертное сообщество;<br>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов естественнонаучного цикла;<br>- ученые, деятели науки |
| 1.4. | Внесение изменений в примерные основные образовательные программы начального общего и основного общего образования и профессиональные образовательные программы в части предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» | - общественные обсуждения изменений;<br>- изменения в примерной ООП начального общего образования;<br>- изменения в ООП основного общего образования    | Январь – март 2018 г.              | - Минобрнауки России;<br>- РАО;<br>- экспертное сообщество;<br>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов   |

|      |  |  |  |   |
|------|--|--|--|---|
|      |  |  |  | <p>естественнонаучного цикла;</p> <p>- ученые, деятели науки</p>  |
| 1.5. | <p>Разработка методических рекомендации по преподаванию предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</p>   | <p>- методические рекомендации по преподаванию предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»;</p> <p>- методические рекомендации по организации профессиональной подготовки обучающихся старших классов на базе общеобразовательных организаций, организаций дополнительного образования, профессиональных образовательных организаций.</p> | <p>июнь –<br/>ноябрь 2017 г.</p>                 | <p>- Минобрнауки России;</p> <p>- РАО;</p> <p>- экспертное сообщество;</p> <p>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов естественнонаучного цикла;</p> <p>- ученые, деятели науки</p>   |
| 1.6. | <p>Внесение изменений в региональные программы развития образования, совершенствование региональных подходов к преподаванию предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», создание региональных «дорожных карт» внедрения в Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</p> | <p>- региональные программы развития образования;</p> <p>- методические рекомендации по реализации региональных направлений обучения «Физике»</p>  | <p>Сентябрь<br/>2017 г. –<br/>апрель 2018 г.</p> | <p>- региональные органы управления образованием;</p> <p>- региональные институты развития образования и вузы;</p> <p>- региональные научные учреждения и организации;</p> <p>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов естественнонаучного цикла из регионов</p> |

|      |  |  |                            |   |
|------|--|--|----------------------------|---|
| 2.   | <b>Подготовка и повышение квалификации педагогических кадров, участвующих в реализации Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</b>                              |  |                            |   |
| 2.1. | Разработка образовательных программ высшего образования по направлению «Педагогическое образование» для повышения качества и интегративности профессиональной подготовки учителя физики и других преподавателей естественнонаучных предметов | - ООП<br>- разработка вариативных модулей (курсов по выбору) по освоению будущими учителями физики современных техник и технологий.  | Январь – сентябрь 2017 г.  | - Минобрнауки России;<br>- УМО по образованию в области педагогических кадров;<br>- образовательные организации высшего образования |
| 2.2. | Разработка образовательных программ высшего образования (магистратура), ориентированных на подготовку учителей для преподавания в профильных естественнонаучных классах  | - ООП ВО (магистратура) для преподавания в профильных естественнонаучных классах   | Январь – сентябрь 2017 г.  | - Минобрнауки России;<br>- УМО по образованию в области педагогических кадров;<br>- образовательные организации высшего образования |
| 2.3. | Разработка образовательных программ (модулей) повышения квалификации для подготовки педагогов к реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»  | - программа повышения квалификации педагогов (инвариант), направленная на реализацию Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» в общеобразовательных организациях;<br>- вариативные программы повышения квалификации педагогов, направленные на реализацию отдельных инвариантных и | Февраль – сентябрь 2017 г. | - РАО;<br>- АПК и ППРО;<br>- вузы, региональные институты развития образования  |

|      |  |  |                                 |   |
|------|--|--|---------------------------------|---|
|      |  | вариативных модулей предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика», связанных с освоением современных техник и технологий  |                                 |   |
| 3.   | <b>Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение реализации Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</b> |  |                                 |   |
| 3.1. | Разработка вариативных программ естественнонаучной подготовки обучающихся, реализующихся, в том числе, с учетом региональной специфики, потребностей местной экономики и производства            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- рабочие программы модулей, курсов по выбору вариативного содержания подготовки;</li> <li>- рабочие программы внеурочной деятельности естественнонаучной направленности;</li> <li>- дополнительные общеразвивающие программы естественнонаучной направленности;</li> <li>- создание перечня вариативных программ подготовки обучающихся</li> </ul> | Январь 2017 г.<br>– май 2019 г. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- РАО;</li> <li>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов естественнонаучного цикла;</li> <li>- институты развития образования, институты повышения квалификации и др.;</li> <li>- издательства</li> </ul> |
| 3.2. | Разработка учебно-методических комплектов для реализации содержания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» (базового и вариативного)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка учебников для предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»;</li> <li>- разработка вариативных рабочих тетрадей (материалов для обучающихся) и методических пособий для учителей по отдельным</li> </ul>  | Январь – декабрь 2017 г.        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- РАО;</li> <li>- авторские коллективы, издательства;</li> <li>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов</li> </ul>  |

|      |   |  |  |  |
|------|---|--|--|--|
|      |   | <p>направлениям, модулям;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- федеральная экспертиза учебников и УМК;</li> <li>- апробация УМК в регионах и образовательных организациях.</li> </ul>  | <p>Сентябрь 2017 г. – июнь 2018 г.</p> <p>Сентябрь 2017 г. – май 2019 г.</p> | <p>естественнонаучного цикла;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- издательства</li> </ul>   |
| 3.3. | Совершенствование материально-технического обеспечения предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» | <p>- внесение изменений в Перечень средств обучения и воспитания, необходимых для реализации образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования, соответствующих современным условиям обучения, необходимого при оснащении общеобразовательных организаций в целях реализации мероприятий по содействию созданию в субъектах Российской Федерации новых мест в общеобразовательных организациях, критериев его формирования и требований к функциональному оснащению, а также норматива стоимости оснащения одного места обучающегося указанными средствами обучения и воспитания;</p> | <p>Январь – апрель 2017 г.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Минобрнауки России;</li> <li>- региональные органы управления образованием;</li> <li>- РАО;</li> <li>- экспертное сообщество;</li> <li>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов естественнонаучного цикла</li> </ul> |

|      |  |   |                                  |   |
|------|--|---|----------------------------------|---|
|      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к учебному оборудованию, инструментам и виртуальным классам, электронным ресурсам;</li> <li>- разработка финансовых механизмов по обеспечению закупок учебного оборудования для оснащения кабинетов физики.</li> </ul>  | Апрель – сентябрь 2017 г.        |   |
| 3.4. | Организация социального партнерства образовательных организаций с малым и средним бизнесом, научными и исследовательскими структурами для решения задач материально-технического обеспечения предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» и организации практики обучающихся | <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативно-правовые и организационные механизмы социального партнерства;</li> <li>- разработка и апробация эффективных моделей социального партнерства в системе «школа – вуз (колледж) – малый бизнес – высокотехнологичное производство»;</li> <li>- методические рекомендации по организации практики с участием социальных партнеров.</li> </ul> | Сентябрь 2017 г – август 2018 г. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- региональные органы управления образованием;</li> <li>- РАО;</li> <li>- ассоциации работодателей, общественно-профессиональные сообщества</li> </ul> |
| 4.   | <b><i>Оценка качества реализации Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</i></b>  |   |                                  |   |
| 4.1. | Организация мониторинга реализации предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»  | - разработка критериев и структуры мониторинга;   | Январь – апрель 2017 г.          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Минобрнауки России;</li> <li>- региональные органы</li> </ul>  |

|      |   |   |  |  |
|------|---|---|--|--|
|      |   | - сбор и обработка данных мониторинга в разрезе регионов, образовательных организаций, направлений естественнонаучной подготовки  | Май 2017 г.,<br>Апрель 2018 г.,<br>Апрель 2019 г.,<br>Апрель-май 2020 г. | управления образованием;<br><br>- РАО<br><br>- Рособрнадзор  |
| 4.2. | Организация Всероссийской олимпиады школьников по физике                          | - положение о Всероссийской олимпиаде школьников по физике;<br><br>- критерии оценки и олимпиадные задания в разрезе основных направлений подготовки;<br><br>- проведение территориального, регионального и федерального этапов олимпиады | Ежегодно<br>(сентябрь-апрель)  | - Минобрнауки России;<br><br>- АПК и ППРО;<br><br>- экспертное сообщество;<br><br>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов естественнонаучного цикла  |
| 4.3. | Организация конкурсного и олимпиадного движения школьников                        | - разработка системы конкурсов и олимпиад;<br><br>- разработка методических рекомендаций по подготовке обучающихся к конкурсам и олимпиадам;<br><br>- организация и проведение конкурсных мероприятий                                     | Ежегодно<br>(сентябрь-апрель)  | - экспертное сообщество;<br><br>- ассоциации работодателей, общественно-профессиональные сообщества;<br><br>- преподаватели «Физики», учителя и преподаватели предметов естественнонаучного цикла;<br><br>- общественные организации |
| 4.4. | Организация государственной итоговой аттестации выпускников 9-х классов по физике | - внесение изменений в порядок проведения государственной   | Ежегодно   | - Минобрнауки России;  |

|      |   |  |          |   |
|------|---|--|----------|---|
|      | (по выбору обучающегося)  | <p>итоговой аттестации по образовательным программам основного общего образования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка КИМов для государственной итоговой аттестации выпускников по физике;</li> <li>- проведение государственной итоговой аттестации по физике</li> </ul>   |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- РАО, ФИПИ;</li> <li>- Рособрназдор;</li> <li>- региональные органы управления образованием;</li> <li>- руководство образовательных организаций;</li> <li>- экспертное сообщество.</li> </ul>       |
| 4.5. | Организация и проведение исследовательских и сравнительных мероприятий по оценке качества образования, в т.ч. независимой оценке, пользования как российского так и международного инструментария, участие в НИКО и ВПР | <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка процедур и регламентов участия-</li> <li>- разработка массивов конкурсных и диагностических заданий</li> <li>- проведение сравнительных российских и международных исследований</li> <li>- обработка и публикация результатов, подготовка предложений по развитию системы естественнонаучной направленности в России.</li> </ul> | Ежегодно | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Минобрнауки России;</li> <li>- РАО, ФИПИ;</li> <li>- региональные органы управления образованием;</li> <li>- руководство образовательных организаций;</li> <li>- экспертное сообщество.</li> </ul> |

| <b>Основные направления работы с Концепцией модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» на период до 2020 года</b>                |      |  |  |  |  |
|--|------|--|--|--|--|
|  | 2016 | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   |
| <b>Оценка качества реализации Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</b>   |      | Организация мониторинга реализации предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»  | Организация Всероссийской олимпиады школьников по физике, ЕЖЕГОДНО   | Подготовка материалов и организация ГИА выпускников 9-х классов и ЕГЭ 11-х классов по физике (по выбору обучающегося). ЕЖЕГОДНО. | Организация государственной итоговой аттестации выпускников 9-х и 11-х классов по физике (по выбору обучающегося). ЕЖЕГОДНО. |
| <b>Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение реализации Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</b> |      | Разработка вариативных программ естественнонаучной подготовки обучающихся, реализующихся с учетом региональной специфики и потребностей общества | Разработка УМК для реализации содержания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика». Организация материально-технического обеспечения. | Обеспеченность школ УМК не менее 50%.  | Обеспеченность школ УМК не менее 80%.  |

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
| <p><b>Разработка образовательных программ высшего образования с двумя профилями подготовки учителя физики</b></p>  |  | <p>Введение коррективов в образовательные программы высшего образования</p>  | <p>Подготовка студентов (бакалавриат) с двумя модулями подготовки</p>  | <p>Подготовка студентов (бакалавриат) с двумя модулями подготовки</p>   | <p>Выпуск студентов (бакалавриат) с двумя модулями подготовки</p>  |
| <p><b>Подготовка и повышение квалификации педагогических кадров, участвующих в реализации Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика»</b></p> |  | <p>Разработка и утверждение программ повышения квалификации и переподготовки педагогов к реализации Концепции модернизации содержания и технологий преподавания предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» в РАО</p> | <p>Повышение квалификации и переподготовка педагогов к реализации Концепции модернизации содержания и технологий предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» от 10 до 30% педагогов</p> | <p>Повышение квалификации и переподготовка педагогов к реализации Концепции предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» от 30 до 50% педагогов</p> | <p>Повышение квалификации и переподготовка педагогов к реализации Концепции модернизации содержания и технологий предметной области «Естественнонаучные предметы. Физика» от 50 до 80% педагогов</p> |
| <p><b>Нормативно-правовое обеспечение эффективной реализации Концепции модернизации содержания и технологий</b></p>  |  | <p>Общественно-профессиональное обсуждение и утверждение проекта Концепции</p>   | <p>Внесение изменений в действующие ФГОС, образовательные программы НОО, ООО, СОО. Разработка методических</p>   |   |  |

|  |  |  |               |  |  |
|--|--|--|---------------|--|--|
| <b>преподавания<br/>предметной области<br/>«Естественнонаучные<br/>предметы. Физика»</b> |  |  | рекомендаций. |  |  |
|--|--|--|---------------|--|--|