



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
И ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ  
УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА  
«ФИЗИКА»  
В 2024/25 УЧЕБНОМ ГОДУ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
И ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ  
УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»  
в 2024/25 учебном году

Методические рекомендации

КАЗАНЬ  
2024

**ББК 74.262.5**

**А43**

Печатается по решению Ученого совета ГАОУ ДПО ИРО РТ  
под общей редакцией Нугумановой Л.Н., ректора ГАОУ ДПО ИРО РТ,  
д-ра пед. наук; Хохлова А.В., проректора по УМР, канд. пед. наук

**Рецензенты:** **Фазлеева Э.И.**, доцент кафедры теорий и технологий преподавания математики и информатики Института математики и информатики им. Н.И. Лобачевского КФУ, канд. пед. наук; **Исмагилова Р.Р.**, доцент кафедры современных образовательных технологий и проектирования содержания образования ГАОУ ДПО ИРО РТ, канд. пед. наук.

**Автор-составитель:** **Ахметшина Г.Х.**, доцент кафедры современных образовательных технологий и проектирования содержания образования ГАОУ ДПО ИРО, канд. пед. наук

Актуальные проблемы и особенности преподавания учебного предмета «Физика» в 2024/25 учебном году: метод. рекомендации / авт.-сост. Г.Х. Ахметшина. — Казань: ИРО РТ, 2024. — 56 с.

Методические рекомендации нацелены на оказание помощи педагогам, реализующим программы основного общего и среднего общего образования по физике в 2024/25 учебном году, и посвящены актуальным аспектам развития школьного физического образования в Республике Татарстан: реализации требований ФГОС ООО, ФГОС СОО, ФООП, инновациям и особенностям преподавания учебного предмета «Физика» в 2024/2025 учебном году.

Содержащиеся в методических рекомендациях материалы представляют интерес для руководителей образовательных организаций, учителей физики, методистов.

© ГАОУ ДПО ИРО РТ, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	4
2. НОРМАТИВНОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА.....	8
2.1. Нормативно-правовые документы.....	8
2.2. Федеральные государственные образовательные стандарты.....	9
2.3. Федеральные образовательные программы.....	9
2.4. Письма и методические рекомендации.....	10
3. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В КОНТЕКСТЕ ФГОС, ФООП, ФРП.....	13
3.1. Реализация ФГОС ООО и ФГОС СОО в контексте преподавания физики.....	13
3.2. Федеральные рабочие программы основного и среднего общего образования по предмету «Физика».....	14
4. ДИАГНОСТИКА ДОСТИЖЕНИЙ ПЛАНИРУЕМЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ООО, СОО С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ГИА И ВПР.....	36
4.1. Элементы системы оценки: универсальный кодификатор, тематический классификатор.....	36
5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ФИЗИКА».....	40
5.1. Методические рекомендации по совершенствованию преподавания учебного предмета «Физика», составленные на основе выявленных типичных затруднений и ошибок при анализе заданий КИМ ЕГЭ и ОГЭ.....	40
5.2. Методические рекомендации по организации дифференцированного обучения школьников с разными уровнями предметной подготовки.....	44
5.3. Рекомендации для обсуждения / обмена опытом на методических объединениях учителей физики.....	45
5.4. Формирование функциональной (естественно-научной) грамотности обучающихся.....	46
6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ.....	54

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Физика — системообразующий учебный предмет для предметной области «Естественно-научные предметы», поскольку физические законы лежат в основе процессов и явлений, изучаемых химией, биологией, астрономией и физической географией. В современном мире значение физики чрезвычайно велико. 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. Физическое образование должно готовить российских граждан к жизни и работе в условиях современной инновационной экономики, которая может обеспечить реальное благосостояние населения и выход России на передовые позиции в мире, в науке и технологиях.

В качестве школьного предмета физика вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира школьников и предоставляет наиболее ясные образцы применения научного метода познания, то есть способа получения достоверных знаний об окружающем мире.

### ***Целями обучения физике в школе являются:***

- формирование интереса и стремления обучающихся 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 обучающихся о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с физикой.

Достижение этих целей обеспечивается решением **следующих задач** в процессе изучения физики:

***на уровне начального общего образования:***

- приобретение представлений о физических явлениях, о видах энергии и ее превращениях, агрегатных состояниях вещества;
- знакомство с простейшими способами изучения физических явлений;
- приобретение базовых умений работы с доступной информацией о физических явлениях и процессах.

***на уровне основного общего образования:***

- приобретение обучающимися знаний о дискретном строении вещества, механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях, первоначальных сведений о строении Вселенной;
- описание и объяснение явлений с использованием полученных знаний;
- освоение решения задач, требующих создания и использования физических моделей, творческих и практико-ориентированных задач;
- приобретение умений наблюдать природные явления и выполнять опыты, лабораторные работы и

экспериментальные исследования с использованием измерительных приборов, широко применяемых в практической жизни;

- освоение приемов работы с информацией физического содержания, включая информацию о современных достижениях физики; анализ и критическое оценивание информации;

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

***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;

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

- освоение способов решения 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;

- приобретение умений проектно-исследовательской, творческой деятельности;

– развитие интереса к сферам профессиональной деятельности, связанной с физикой.

Перед системой школьного образования, в том числе и физического, ставятся и социально-личностные цели, которые формулируются в виде *требований к результатам обучения*: личностным, предметным и метапредметным. Требования к *предметным результатам* формулируются в деятельностной форме с усилением акцента на применение знаний и конкретных умений. *Метапредметные результаты* сформулированы с учетом специфики работы на уроках физики, их реализация расписана через виды деятельности обучающихся в рамках изучения темы. *Личностные результаты* достигаются в единстве учебной и воспитательной деятельности и отражают готовность обучающихся руководствоваться системой позитивных ценностных ориентаций; личностные результаты представлены по направлениям воспитательной деятельности.



## **2. НОРМАТИВНОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

### **2.1. Нормативно-правовые документы**

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации»;
3. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.10.2023 № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».
6. Приказ Минтруда России от 18.10.2013 № 544н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)».
7. Приказ Минпросвещения России от 22.03.2021 № 115 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам — образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования».

8. Приказ Минпросвещения России от 04.10.2023 № 738 «Об утверждении федерального перечня электронных образовательных ресурсов, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования».

## **2.2. Федеральные государственные образовательные стандарты**

1. Приказ Минпросвещения России от 18.07.2022 № 568 «О внесении изменений в федеральный государственный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287» (с изменениями).

2. Приказ Минпросвещения России от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 17.05.2012 № 413» (с изменениями).

3. Приказ Минпросвещения России от 30.09.2022 № 874 «Об утверждении Порядка разработки и утверждения федеральных основных общеобразовательных программ».

4. Приказ Минпросвещения России от 21.09.2022 № 858 «Об утверждении федерального перечня учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность и установления предельного срока использования исключенных учебников».

## **2.3. Федеральные образовательные программы**

1. Приказ Минпросвещения России от 18.05.2023 № 370 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования».

2. Приказ Минпросвещения России от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования».
3. Приказ Минпросвещения России от 24.11.2022 № 1025 «Об утверждении федеральной адаптированной образовательной программы основного общего образования для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья».
4. Приказ Минпросвещения России от 24.11.2022 № 1026 «Об утверждении федеральной адаптированной основной общеобразовательной программы обучающихся с умственной отсталостью (интеллектуальными нарушениями)».

#### **2.4. Письма и методические рекомендации**

1. Универсальный кодификатор распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования и элементов содержания по физике (одобрен решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол № 1/21 от 12.04.2021).
2. Письмо Минпросвещения России от 24.03.2022 № АЗ-327/08 «Об учете поощрений, полученных в профессиональных конкурсах всероссийского уровня, при проведении аттестации педагогических работников».
3. Письмо Минпросвещения России от 15.02.2022 № АЗ-113/03 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Информационно-методическим письмом о введении федеральных государственных образовательных стандартов начального общего и основного общего образования»).
4. Письмо Минпросвещения России от 31.01.2022 № ДГ-245/06 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по

реализации дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий»).

5. Письмо Минпросвещения России от 17.12.2021 № 03-2161 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Основными требованиями и рекомендациями к составлению расписания для обучающихся начального общего образования», «Основными требованиями и рекомендациями к составлению расписания для обучающихся основного общего и среднего общего образования»).

6. Письмо Минпросвещения России от 24.11.2021 № ДГ-2121/07 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями об организации обучения на дому обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, с инвалидностью»).

7. Письмо Минпросвещения России от 11.11.2021 № 03-1899 «Об обеспечении учебными изданиями (учебниками и учебными пособиями) обучающихся в 2022/23 учебном году».

8. Письмо Минпросвещения России от 16.11.2020 № ГД-2072/03 «О направлении рекомендаций» (вместе с «Практическими рекомендациями (советами) для учителей и заместителей директоров по учебно-воспитательной работе в образовательных организациях, реализующих образовательные программы начального, общего, основного, среднего образования с использованием дистанционных технологий»).

9. Письмо Минпросвещения России от 28.08.2020 №06-911 «О направлении «Методических рекомендаций по созданию сети кружков Национальной технологической инициативы в общеобразовательных организациях».

10. Письмо Минпросвещения России от 07.05.2020 № ВБ-976/04 «О реализации курсов внеурочной деятельности,

программ воспитания и социализации, дополнительных общеразвивающих программ с использованием дистанционных образовательных технологий» (вместе с «Рекомендациями по реализации внеурочной деятельности, программы воспитания и социализации и дополнительных общеобразовательных программ с применением дистанционных образовательных технологий»).

11. Методические рекомендации для методических служб по сопровождению учителей в процессе реализации обновленных федеральных государственных образовательных стандартов начального общего образования и основного общего образования / Составители — авторский коллектив ФГАОУ ДПО «Академия Минпросвещения России»: И.И. Тараданова, А.А. Бучек, С.Ю. Иванова, Т.Н. Щербакова. М., 2022.

### 3. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В КОНТЕКСТЕ ФГОС, ФООП, ФРП

#### 3.1. Реализация ФГОС ООО и ФГОС СОО в контексте преподавания физики

ФГОС ООО и ФГОС СОО призваны обеспечить единство образовательного пространства Российской Федерации, в том числе единство учебной и воспитательной деятельности, реализуемой совместно с семьей и иными институтами воспитания, с целью реализации равных возможностей получения качественного общего образования.

Методологической основой реализации ФГОС является системно-деятельностный подход, предусматривающий развитие личности школьника на основе учебной деятельности.

ФГОС устанавливает требования к достижению обучающимися трех групп планируемых результатов:

- *личностных*, отражающих готовность обучающихся к саморазвитию, их мотивацию к обучению, личностные качества и социальные компетентности;
- *предметных*, раскрывающих и конкретизирующих знания и опыт обучающихся по предмету «Физика»;
- *метапредметных*, предусматривающих освоение обучающимися универсальных учебных действий: регулятивных, познавательных и коммуникативных.

Сформулированные в федеральных рабочих программах основного общего и среднего общего образования по предмету «Физика» (базовый уровень, углубленный уровень) личностные и метапредметные результаты приводятся без деления, в общей части. Они относятся к предмету «Физика» и на уровень основного общего, среднего общего образования выдаются в обобщенном виде для всего предмета.

К предметным результатам освоения программы основного общего, среднего общего образования по физике сформулированы максимально конкретные требования по годам обучения. Соответственно, предметное содержание и тематическое планирование также распределены по годам обучения.

### **3.2. Федеральные рабочие программы основного и среднего общего образования по предмету «Физика»**

Федеральные рабочие программы (ФРП) по учебному предмету «Физика» размещены на сайте «Единое содержание общего образования» (<https://edsoo.ru/>). ФРП по физике включают пояснительную записку, содержание обучения, планируемые результаты освоения программы по физике, тематическое планирование. Разработаны с учётом федеральной рабочей программы воспитания и Концепции преподавания учебного предмета «Физика».

#### *Федеральная рабочая программа основного общего образования по предмету «Физика»*

Содержание *базового уровня* программы по физике направлено на формирование естественно-научной грамотности обучающихся и организацию изучения физики на деятельностной основе. Учтены возможности учебного предмета в реализации требований ФГОС ООО к планируемым личностным и метапредметным результатам обучения, а также межпредметные связи естественно-научных учебных предметов на уровне основного общего образования.

Содержание *углубленного уровня* программы направлено на удовлетворение повышенных запросов обучающихся, стремящихся к более глубокому освоению физических знаний, а также на формирование естественно-научной грамотности.

*Федеральная рабочая программа  
среднего общего образования по предмету «Физика»*

Содержание базового уровня программы направлено на формирование естественно-научной картины мира обучающихся 10–11 классов при обучении их физике на основе системно-деятельностного подхода, соответствует требованиям ФГОС СОО. Определены основные цели изучения физики на уровне среднего общего образования, планируемые результаты освоения курса физики: личностные, метапредметные, предметные.

*Углубленный уровень* программы старшей школы по физике определяет обязательное предметное содержание, устанавливает примерное распределение учебных часов по тематическим разделам курса и рекомендуемую последовательность изучения тем и разделов учебного предмета, даёт представление о целях, содержании, общей стратегии обучения, воспитания и развития обучающихся средствами учебного предмета «Физика» на углублённом уровне.

Изучение курса физики углублённого уровня позволяет реализовать задачи профессиональной ориентации, направлено на создание условий для проявления своих интеллектуальных и творческих способностей каждым обучающимся, которые необходимы для продолжения образования в высших учебных заведениях по различным физико-техническим и инженерным специальностям.

В ФРП (*и базового, и углубленного уровней*) также предусмотрены резерв учебного времени в 7–8, 10 классах и повторительно-обобщающий модуль в 9, 11 классах, которые учитель может использовать по своему усмотрению.

ФРП не сковывает творческую инициативу учителей и предоставляет возможность для реализации различных методических подходов к преподаванию физики на



базовом/углубленном уровне при условии сохранения обязательной части содержания курса. Количество учебного времени, отводимого на изучение отдельных тем курса, учитель определяет самостоятельно, основываясь на реализуемой методике, используемых УМК и особенностях учебной группы, в которой физика изучается на углублённом уровне. Количество в тематическом планировании часов на изучение каждой темы является ориентировочным и может быть изменено в сторону как уменьшения, так и увеличения в зависимости от реализуемых методических подходов и уровня подготовленности обучающихся.

*При разработке рабочей программы в тематическом планировании учителем должны быть учтены возможности использования электронных (цифровых) образовательных ресурсов, являющихся учебно-методическими материалами (мультимедийные программы, электронные учебники и задачки, электронные библиотеки, виртуальные лаборатории, игровые программы, коллекции цифровых образовательных ресурсов) и реализующих дидактические возможности ИКТ, содержание которых соответствует законодательству об образовании.*

На федеральном уровне разработан инструмент формирования рабочей программы учителя — **конструктор рабочих программ** по учебным предметам, в том числе по физике (<https://edsoo.ru/constructor/>).

Конструктор рабочих программ — это инновационная интерактивная среда проектирования рабочих программ, предназначенная педагогам общеобразовательных школ, гимназий и лицеев. Данная среда позволяет создавать рабочие программы для всех классов, по любым предметам.

## **Место учебного предмета «Физика» в учебном плане**

### **Основная школа**

#### *Базовый уровень*

В соответствии с ФГОС ООО физика является обязательным предметом на уровне основного общего образования. Программа предусматривает изучение физики на базовом уровне основного общего образования, на которое отводится 238 часов: в 7 классе — 68 часов (2 часа в неделю), в 8 классе — 68 часов (2 часа в неделю), в 9 классе — 102 часа (3 часа в неделю). Предлагаемый в программе по физике перечень лабораторных работ и опытов носит рекомендательный характер, учитель делает выбор проведения лабораторных работ и опытов с учётом индивидуальных особенностей обучающихся, списка экспериментальных заданий, предлагаемых в рамках основного государственного экзамена по физике.

#### *Углубленный уровень*

Общее число часов, рекомендованных для изучения физики на углублённом уровне, — 340 часов: в 7 классе — 102 часа (3 часа в неделю), в 8 классе — 102 часа (3 часа в неделю), в 9 классе — 136 часов (4 часа в неделю). При этом из обязательной части учебного плана выделяется: в 7 классе — 68 часов (2 часа в неделю), в 8 классе — 68 часов (2 часа в неделю), в 9 классе — 102 часа (3 часа в неделю).

Предлагаемый в программе по физике перечень лабораторных и практических работ является рекомендательным, учитель делает выбор проведения лабораторных работ и опытов с учётом индивидуальных особенностей обучающихся, списка экспериментальных заданий, предлагаемых в рамках основного государственного экзамена по физике.

## **Старшая школа**

### *Базовый уровень*

На изучение физики (базовый уровень) на уровне среднего общего образования отводится 136 часов: в 10 классе — 68 часов (2 часа в неделю), в 11 классе — 68 часов (2 часа в неделю).

Предлагаемый в программе по физике перечень лабораторных и практических работ является рекомендованным, учитель делает выбор проведения лабораторных работ и опытов с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

### *Углубленный уровень*

В соответствии с ФГОС СОО углублённый уровень изучения учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования выбирается обучающимися, планируемыми продолжение образования по специальностям физико-технического профиля.

Общее число часов, рекомендованных для изучения физики (углубленный уровень) — 340 часов: в 10 классе — 170 часов (5 часов в неделю), в 11 классе — 170 часов (5 часов в неделю).

Предлагаемый в программе по физике перечень лабораторных и практических работ является рекомендованным, учитель делает выбор проведения лабораторных работ и опытов с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

В программе каждого класса предлагается резерв времени, отводимый на вариативную часть программы, содержание которой формируется участниками образовательного процесса.

## **Содержание учебного предмета «Физика»**

### **Основная школа**

#### *7 класс*

1. Физика и её роль в познании окружающего мира.
2. Первоначальные сведения о строении вещества.
3. Движение и взаимодействие тел.
4. Давление твёрдых тел, жидкостей и газов.
5. Работа и мощность. Энергия.

#### *8 класс*

1. Тепловые явления.
2. Электрические и магнитные явления.

#### *9 класс*

1. Механические явления.
2. Механические колебания и волны.
3. Электромагнитное поле и электромагнитные волны.
4. Световые явления.
5. Квантовые явления.

Повторительно-обобщающий модуль.

**Фрагменты тематического планирования по физике (7–9 классы),  
предусматривающие отработку основных видов деятельности  
обучающихся при изучении разделов/тем**

**7 класс, фрагмент**

*\*курсивом выделены дополнительные вопросы углубленного курса изучения физики*

<b>Тематический блок, тема</b>	<b>Основное содержание</b>	<b>Основные виды деятельности учащихся (на уровне учебных действий)</b>
<b>Раздел 1. Физика и её роль в познании окружающего мира (6 ч)</b>		
<b>Физика — наука о природе (2 ч)</b>	Физика — наука о природе. Явления природы. Физические явления: механические, тепловые, электрические, магнитные, световые, звуковые	Выявление различий между физическими и химическими превращениями (МС — химия). Распознавание и классификация физических явлений: механических, тепловых, электрических, магнитных и световых. Наблюдение и описание физических явлений
<b>Физические величины (2 ч)</b>	Физические величины. <i>Размерность. Единицы физических величин.</i> Измерение физических величин. <i>Эталоны.</i> Физические приборы. <i>Цена деления. Погрешность измерений. Правила безопасного труда с лабораторным оборудованием.</i> Международная система	<i>Определение цены деления шкалы измерительного прибора.</i> Измерение линейных размеров тел и промежутков времени с учётом погрешностей. <i>Определение погрешности при прямых измерениях.</i> Измерение объёма жидкости и твёрдого тела. <i>Измерение площади с помощью палетки.</i> Измерение температуры при помощи жидкостного термометра и датчика температуры. <i>Измерение времени.</i> <i>Определение размеров малых тел методом рядов.</i>

	единиц. <i>Перевод внесистемных единиц в единицы СИ</i>	Выполнение творческих заданий по поиску способов измерения некоторых физических характеристик, например размеров малых объектов (волос, проволока), удалённых объектов, больших расстояний, малых промежутков времени. Обсуждение предлагаемых способов.
<b>Естественно-научный метод познания (2 ч)</b>	Как физика и другие естественные науки изучают природу. Естественно-научный метод познания: наблюдение, постановка научного вопроса, выдвижение гипотез, эксперимент по проверке гипотез, объяснение наблюдаемого явления. Описание физических явлений с помощью моделей	Выдвижение гипотез, объясняющих простые явления, например: - почему останавливается движущееся по горизонтальной поверхности тело; - почему в жаркую погоду в светлой одежде прохладней, чем в тёмной. Предложение способов проверки гипотез. <i>Выдвижение идей о способах проверки гипотезы.</i> Проведение исследования по проверке какой-либо гипотезы (например, дальность полёта шарика, пущенного горизонтально, тем больше, чем больше высота пуска). Построение простейших моделей физических явлений (в виде рисунков или схем) (например, падение предмета); прямолинейное распространение света

### 8 класс, фрагмент

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды деятельности учащихся (на уровне учебных действий)
<b>Раздел 6. Тепловые явления (28 ч)</b>		

<p><b>Строение и свойства вещества (7 ч)</b></p>	<p>Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества. Масса и размеры атомов и молекул. Опыты, подтверждающие основные положения молекулярно-кинетической теории.</p> <p>Модели твёрдого, жидкого и газообразного состояний вещества. Кристаллические и аморфные твёрдые тела. <i>Графен — новый материал для новых технологий. Технологии получения искусственных алмазов.</i></p> <p>Объяснение свойства газов, жидкостей и твердых тел на основе положений молекулярно-кинетической теории. <i>Поверхностное натяжение, смачивание и капиллярные явления. Тепловое расширение и сжатие.</i></p>	<p>Наблюдение и интерпретация опытов, свидетельствующих об атомно-молекулярном строении вещества: опыты с растворением различных веществ в воде.</p> <p>Решение задач по оцениванию количества атомов или молекул в единице объёма вещества.</p> <p>Анализ текста древних атомистов (например, фрагмента поэмы Лукреция «О природе вещей») с изложением обоснований атомной гипотезы (смысловое чтение). Оценка убедительности этих обоснований.</p> <p><i>Объяснение броуновского движения, явления диффузии и различий между ними на основе положений молекулярно-кинетической теории строения вещества.</i></p> <p><i>Объяснение основных различий в строении газов, жидкостей и твердых тел с использованием положений молекулярно-кинетической теории строения вещества.</i></p> <p>Объяснение броуновского движения, явления диффузии и различий между ними на основе положений молекулярно-кинетической теории строения вещества.</p> <p>Объяснение основных различий в строении газов, жидкостей и твёрдых тел с использованием положений молекулярно-кинетической теории строения вещества.</p> <p>Проведение опытов по выращиванию кристаллов поваренной соли или сахара.</p>
--	---	---

		<p>Проведение и объяснение опытов, демонстрирующих <i>поверхностное натяжение</i>, капиллярные явления и явление смачивания.</p> <p><i>Измерение силы поверхностного натяжения.</i></p> <p>Объяснение роли капиллярных явлений для поступления воды в организм растений (МС — биология).</p> <p>Наблюдение, проведение и объяснение опытов по наблюдению теплового расширения газов, жидкостей и твёрдых тел.</p> <p>Объяснение сохранения объёма твёрдых тел, текучести жидкости (в том числе разницы в текучести для разных жидкостей), давления газа.</p> <p>Проведение опытов, демонстрирующих зависимость давления воздуха от его объёма и нагревания или охлаждения, и их объяснение на основе атомно-молекулярного учения.</p> <p>Анализ практических ситуаций, связанных со свойствами газов, жидкостей и твёрдых тел.</p> <p><i>Решение качественных задач на основе анализа практических ситуаций, связанных со свойствами газов, жидкостей и твёрдых тел.</i></p>
--	--	--

**9 класс, фрагмент**

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды деятельности Учащихся (на уровне учебных действий)
<b>Раздел 8. Механические явления (40 ч)</b>		
<b>Законы сохранения (10 ч)</b>	Импульс тела. Изменение импульса. Импульс силы.	<b>Базовый уровень.</b>



	<p><i>Упругое и неупругое взаимодействие. Законы изменения и сохранения импульса.</i></p> <p>Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Механическая работа и мощность. Работа сил тяжести, упругости, трения. Связь энергии и работы.</p> <p>Потенциальная энергия тела, поднятого над поверхностью земли. Потенциальная энергия сжатой пружины.</p> <p>Кинетическая энергия.</p> <p>Теорема о кинетической энергии.</p> <p>Закон сохранения механической энергии. <i>Законы изменения и сохранения механической энергии</i></p>	<p>Наблюдение и обсуждение опытов, демонстрирующих передачу импульса при взаимодействии тел, закон сохранения импульса при абсолютно упругом и неупругом взаимодействии тел. Анализ ситуаций в окружающей жизни с использованием закона сохранения импульса. Распознавание явления реактивного движения в природе и технике (МС — биология). Применение закона сохранения импульса для расчёта результатов взаимодействия тел (на примерах неупругого взаимодействия, упругого центрального взаимодействия двух одинаковых тел, одно из которых неподвижно). Решение задач с использованием закона сохранения импульса. Определение работы силы упругости при подъёме груза с использованием неподвижного и подвижного блоков.</p> <p>Измерение мощности. Измерение потенциальной энергии упруго деформированной пружины. Измерение кинетической энергии тела по длине тормозного пути. Экспериментальное сравнение изменения потенциальной и кинетической энергий тела при движении по наклонной плоскости. Экспериментальная проверка закона сохранения механической энергии при свободном падении. Применение закона сохранения механической энергии для расчёта потенциальной и кинетической энергий тела. Решение задач с использованием закона сохранения механической энергии</p> <p><b>Углубленный уровень.</b> Наблюдение и обсуждение опытов, демонстрирующих передачу импульса при взаимодействии</p>
--	--	--

		<p>тел, закон сохранения импульса при абсолютно упругом и неупругом взаимодействии тел. Анализ ситуаций в окружающей жизни с использованием закона сохранения импульса. Распознавание явления реактивного движения в природе и технике (МС — биология). Применение закона сохранения импульса для расчёта результатов взаимодействия тел (на примерах неупругого взаимодействия, упругого центрального взаимодействия двух одинаковых тел, одно из которых неподвижно). Определение работы силы трения при равномерном движении тела по горизонтальной поверхности. Определение работы силы упругости при подъёме груза с использованием неподвижного и подвижного блоков. Измерение мощности. Измерение потенциальной энергии упруго деформированной пружины. Измерение кинетической энергии тела по длине тормозного пути. Экспериментальное сравнение изменения потенциальной и кинетической энергий тела при движении по наклонной плоскости. Экспериментальная проверка закона сохранения механической энергии при свободном падении. Применение закона сохранения механической энергии для расчёта потенциальной и кинетической энергий тела. Решение задач с использованием закона сохранения механической энергии.</p>
--	--	--

На уровне основного общего образования **ключевыми методами** являются наблюдение и экспериментальное исследование физических явлений, изучение законов физики на эмпирическом уровне, применение физических знаний в реальных жизненных ситуациях, понимание связи физики с используемыми техническими устройствами и технологиями. Обучающиеся должны освоить решения простейших расчетных задач, требующих создания и использования физических моделей, творческих и практико-ориентированных задач.

### **Содержание учебного предмета «Физика»**

#### **Старшая школа**

#### **10 класс**

*\*курсивом выделены дополнительные вопросы углубленного курса изучения физики*

**Раздел 1.** Физика и методы научного познания / *Научный метод познания природы.*

**Раздел 2.** Механика.

2.1. Кинематика

2.2. Динамика

2.3. Законы сохранения в механике / *2.3. Статика твердого тела*

*2.4. Законы сохранения в механике*

**Раздел 3.** Молекулярная физика и термодинамика

3.3. Основы молекулярно-кинетической теории

3.4. Основы термодинамики / *3.2. Термодинамика. Тепловые машины*

3.5. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы

**Раздел 4.** Электродинамика

4.1. Электростатика / *4.1. Электрическое поле*

4.2. Постоянный электрический ток. Токи в различных средах

*Физический практикум*

## **11 класс**

**Раздел 4.** Электродинамика.

4.3. Магнитное поле. Электромагнитная индукция

**Раздел 5.** Колебания и волны

5.1. Механические и электромагнитные колебания

5.2. Механические и электромагнитные волны

5.3. Оптика

**Раздел 6.** Основы специальной теории относительности.

**Раздел 7.** Квантовая физика.

7.1. Элементы квантовой оптики

7.2. Строение атома

7.3. Атомное ядро

**Раздел 8.** Элементы астрономии и астрофизики.

**Обобщающее повторение**

Изучение курса физики (базового и углубленного уровней) в 10 и 11 классах осуществляется с учётом содержательных межпредметных связей с курсами математики, биологии, химии, географии и технологии.

**Фрагменты тематического планирования по физике (10–11 классы),  
предусматривающие отработку основных видов деятельности  
обучающихся при изучении разделов/тем**

**10 класс, фрагмент**

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды деятельности учащихся (на уровне учебных действий)
<b>Раздел 2. Механика (18 ч)</b>		
<b>Кинематика (5 ч)</b>	<p>Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. <i>Прямая и обратная задачи механики. Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат.</i> Траектория. Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей.</p>	<p>Проведение эксперимента: изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости; исследование соотношения между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю; изучение движения шарика в вязкой жидкости. Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как спидометр, цепные и ремённые передачи движения; и условий их безопасного использования в повседневной жизни. Решение расчётных задач с явно заданной физической моделью с использованием основных формул кинематики. Построение и анализ графиков зависимостей кинематических величин от времени. Распознавание физических явлений в учебных опытах и окружающей жизни: равномерное и равноускоренное</p>

	<p>Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графики зависимости координат, скорости, ускорения, пути и перемещения материальной точки от времени. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат, скорости и ускорения материальной точки от времени и их графики. Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности с постоянной по модулю скоростью. Угловая скорость, линейная скорость. Период и частота обращения. Центростремительное (нормальное)</p>	<p>прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности.  Описание механического движения с использованием физических величин: координата, путь, перемещение, скорость, ускорение.  Работа в группах при планировании, проведении и интерпретации результатов опытов и анализе дополнительных источников информации по теме.  <i>Проведение косвенных измерений мгновенной скорости и ускорения тела, проведение исследования зависимостей между физическими величинами и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении равноускоренного прямолинейного движения, движения тела, брошенного горизонтально, движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул кинематики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по кинематике. Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как спидометр, движение снарядов, цепные, шестерёнчатые и ремённые передачи, скоростные лифты.</i></p>
--	--	---

	касательное (тангенциальное) и полное ускорение материальной точки.	<p>Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): материальная точка, Равноускоренное движение, свободное падение.</p> <p>Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения.</p> <p>Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности</p>
--	---	---

### 11 класс, фрагмент

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды деятельности учащихся (на уровне учебных действий)
<b>Раздел 7. Квантовая физика (15 ч) базовый уровень</b>		
<b>Элементы квантовой оптики (15 ч)</b>	<p>Фотоны. Формула Планка связи энергии фотона с его частотой. Энергия и импульс фотона.</p> <p>Открытие и исследование фотоэффекта.</p> <p>Опыты А. Г. Столетова.</p> <p>Законы фотоэффекта.</p> <p>Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.</p>	<p>Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как фотоэлемент, фотодатчик, солнечная батарея, светодиод; и условий их безопасного применения в практической жизни.</p> <p>Решение расчётных задач с явно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул квантовой оптики.</p> <p>Решение качественных задач с опорой на изученные законы, закономерности квантовой оптики.</p>

	<p>«Красная граница» фотоэффекта.  Давление света. Опыты П. Н. Лебедева.  Химическое действие света</p>	<p>Распознавание физических явлений в учебных опытах: фотоэлектрический эффект, световое давление.  Описание изученных квантовых явлений и процессов с использованием физических величин: скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света, энергия и импульс фотона.</p>
<b>Раздел 7. Квантовая физика (25 ч) _углубленный уровень</b>		
<p><b>Корпускулярно-волновой дуализм (15 ч)</b></p>	<p><i>Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела). Закон смещения Вина. Гипотеза М. Планка о квантах.  Фотон. Энергия и импульс фотона. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию <math>\alpha</math>-частиц. Планетарная модель атома. Постулаты Бора.  Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды</i></p>	<p><i>Проведение косвенных измерений, исследования зависимостей между физическими величинами при изучении явления фотоэффекта. Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: спектрометр, фотоэлемент, фотодатчик, туннельный микроскоп, солнечная батарея, светодиод.  Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Квантовые явления». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Квантовые явления». Определение условий применимости квантовой модели света.  Анализ квантовых процессов с использованием уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, принципа соотношений неопределённости Гейзенберга.</i></p>



	<p><i>спектров. Спектр уровней энергии атома водорода. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Спонтанное и вынужденное излучение</i></p>	<p><i>Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности</i></p>
<p><b>Физика атома (5 ч)</b></p>	<p><i>Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода. Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазер</i></p>	<p><i>Наблюдение линейчатых спектров. Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как спектроскоп, лазер, квантовый компьютер. Определение условий применимости модели атома Резерфорда. Анализ квантовых процессов на основе первого и второго постулатов Бора</i></p>

<p><b>Физика атомного ядра и элементарных частиц (5 ч)</b></p>	<p><i>Нуклонная модель ядра Гейзенберга — Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы. Радиоактивность. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада. Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Естественный фон излучения. Дозиметрия. Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерные реакторы. Проблемы</i></p>	<p><i>Проведение измерений радиоактивного фона с использованием дозиметра и исследование треков частиц (по готовым фотографиям). Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, термоядерный реактор, атомная бомба, магнитно-резонансная томография. Определение условий применимости модели атомного ядра. Анализ и описание ядерных реакций с использованием понятий массовое число и заряд ядра, энергия связи ядра, законов сохранения заряда, массового числа и энергии в ядерных реакциях, закона радиоактивного распада. Анализ и оценка влияния радиоактивности на живые организмы, а также последствий развития ядерной энергетики с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании (в процессе подготовки сообщений, выполнения групповых проектов)</i></p>
--	--	---

	<p><i>управляемого термоядерного синтеза.</i></p> <p><i>Экологические аспекты развития ядерной энергетики.</i></p> <p><i>Методы регистрации и исследования элементарных частиц.</i></p> <p><i>Фундаментальные взаимодействия.</i></p> <p><i>Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели.</i></p> <p><i>Кварк-глюонная модель адронов.</i></p> <p><i>Физика за пределами Стандартной модели.</i></p> <p><i>Тёмная материя и тёмная энергия.</i></p> <p><i>Единство физической картины мира</i></p>	
--	---	--

На уровне среднего общего образования **стержневой идеей учебного предмета** является физическая теория. Развитие теоретического мышления осуществляется на основе овладения полным циклом процесса научного познания физических свойств окружающего мира. Также должны быть созданы условия для развития умений проектно-исследовательской, творческой деятельности, овладения методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата.

В классах, где учебный предмет «Физика» не выбирается в качестве одного из профильных предметов, физика изучается на базовом уровне.

В профильных классах, где физика выбирается обучающимися как предмет, необходимый для получения дальнейшей профессии, учебный предмет изучается на углубленном уровне. На углубленном уровне учебный предмет «Физика» изучается как научная дисциплина, имеющая непосредственное отношение к будущей научной или инженерной профессиональной сфере деятельности. Реализация системно-деятельностного подхода при преподавании учебного предмета на углубленном уровне должна базироваться на использовании самостоятельного ученического эксперимента, включающего фронтальные лабораторные работы и работы практикума как постоянно действующего фактора образовательной деятельности.

## **4. ДИАГНОСТИКА ДОСТИЖЕНИЙ ПЛАНИРУЕМЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ООО, СОО С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ГИА И ВПР**

### **4.1. Элементы системы оценки: универсальный кодификатор, тематический классификатор**

Отличительной особенностью ФГОС ООО и СОО являются конкретизированные требования к результатам освоения образовательной программы – разработанные ФИПИ универсальные кодификаторы для процедур оценки качества образования по предметам, по классам.

Универсальный кодификатор для процедур оценки качества образования разработан по аналогии с кодификаторами государственной итоговой аттестации (ОГЭ, ЕГЭ), Всероссийских проверочных работ (ВПР) и является своего рода единым конструктором содержания и одним из инструментов формирования контрольно-измерительных материалов для контрольно-оценочных процедур на уровне школы, следуя принципу общероссийского единства образовательного пространства.

Кодификатор является систематизированным перечнем проверяемых элементов содержания и операционализованных требований к результатам освоения основной образовательной программы общего образования, в котором каждому объекту соответствует определённый код. Детализация предметных результатов служит созданию необходимой нормативной основы для обеспечения единства образовательного пространства Российской Федерации и прозрачности заданий в контрольно-измерительных материалах.

Универсальный кодификатор состоит из двух разделов:

*Раздел 1 «Перечень распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования по предмету»* (далее — «Проверяемые требования»). Основное назначение — обозначение конкретных требований к предметным результатам по годам обучения и, соответственно, организация процесса обучения, обеспечивающего достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

### 7 класс, фрагмент

	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
1		<b>Умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач</b>
	1.1	Распознавать проблемы, которые можно решить при помощи физических методов; в описании исследования выделять проверяемое предположение; находить ошибки в ходе опыта, делать выводы по его результатам
	1.2	Проводить опыты по наблюдению физических явлений или физических свойств тел: формулировать проверяемые предположения, собирать установку из предложенного оборудования и формулировать выводы
	1.3	Проводить прямые измерения физических величин (расстояние, время, масса тела, объём, сила, температура): записывать показания приборов с учётом заданной абсолютной погрешности измерений
	1.4	Проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений: планировать исследование, собирать установку, следуя предложенному плану, фиксировать результаты

		полученной зависимости физических величин в виде предложенных таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования
	1.5	Проводить косвенные измерения физических величин, следуя предложенной инструкции: при выполнении измерений собирать экспериментальную установку и вычислять значение величины
	1.6	Соблюдать правила безопасного труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием

*Раздел 2 «Перечень распределённых по классам проверяемых элементов содержания по предмету»* (далее — «Проверяемые элементы содержания»). Указанные в данном разделе элементы содержания включаются в контрольно-измерительные материалы, а также могут использоваться для анализа результатов федеральных и региональных процедур оценки качества образования.

### **7 класс, фрагмент**

<b>Коды раз-дела, темы</b>	<b>Код проверя-емого элемента</b>	<b>Проверяемые элементы содержания</b>
<b>1</b>	<b>ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ</b>	
	1.1.1.	Что изучает физика. Физические явления природы
	1.1.2.	Физические величины, единицы физических величин
	1.1.3.	Наблюдение и эксперимент. Проведение наблюдений на примере нагревания и кипения воды
	1.1.4.	Прямые измерения физических величин. Физические приборы
	1.1.5.	Точность измерений. Запись результата прямого измерения с учётом абсолютной погрешности. Измерение расстояний
	1.1.6.	Среднее значение по результатам нескольких случайных измерений. Измерение малых величин методом рядов

1.1.7	Выбор способа измерения физической величины на примере измерения массы тела: весы рычажные, пружинные и электронные. Измерение объёма жидкости, температуры, времени
1.1.8.	Связи между физическими величинами. Плотность вещества. Косвенные измерения на примере измерения плотности жидкости и твёрдых тел
1.1.9.	Исследование зависимости одной физической величины от другой на примере зависимости пути равномерно движущегося тела от времени движения тела. Представление данных исследования в таблице и на графике с учётом заданной абсолютной погрешности измерений
1.1.10.	Гипотеза. Превращение гипотезы в научную теорию на примере становления молекулярно-кинетической теории строения вещества
1.1.11.	Физические законы, границы их применимости. Предсказание результатов опыта до его проведения на основе теоретической модели
1.1.12.	Физика и окружающий нас мир: мегамир, макромир, микромир. Физика и техника
1.1.13.	<i>Практические работы:</i> — определение цены деления шкалы измерительного прибора; — измерение линейных размеров твёрдого тела правильной формы, размеров классной комнаты при помощи ультразвукового датчика расстояний, дальности полета тела, брошенного горизонтально, размеров малых тел; массы тел различными способами, объёма жидкости и твёрдого тела; времени; температуры при помощи жидкостного термометра и датчика температуры; плотности вещества жидкости и твёрдого тела; — исследование зависимости пути равномерно движущегося тела от времени движения тела
1.1.14.	<i>Технические устройства:</i> весы, термометр, мерный цилиндр, секундомер



## **5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ФИЗИКА»**

### **5.1. Методические рекомендации по совершенствованию преподавания учебного предмета «Физика», составленные на основе выявленных типичных затруднений и ошибок при анализе заданий КИМ ЕГЭ и ОГЭ**

Основным показателем качества подготовки обучающихся и состояния физического образования являются результаты государственной итоговой аттестации — ЕГЭ. С результатами ЕГЭ 2023 года по физике можно ознакомиться на сайте РЦМКО <https://rcmko.ru/>.

Системная подготовка к итоговой аттестации за курс основной и старшей школы начинается с самого начала изучения физики. Важно принимать во внимание не только содержание изучаемого материала, но и особенности обучения школьников специальным организационным и смысловым аспектам экзаменационной процедуры, сделать их привычными и понятными. Для этого необходимо:

- систематически применять в процессе обучения школьников критериальное оценивание результатов выполнения ими всех видов учебных заданий (это позволит предупредить возможные затруднения выпускников и даст возможность избежать досадных срывов на экзамене);
- в процессе обучения грамотно организовать сопутствующее повторение учебного материала, а непосредственно перед экзаменом спланировать обобщающее повторение.

Особое внимание следует уделять формированию у обучающихся культуры решения качественных и расчётных физических задач. В КИМ ЕГЭ представлены также

задания с развёрнутым ответом, в которых необходимо представить решение или ответ в виде объяснения с опорой на изученные явления или законы. При выполнении данных заданий у выпускников контролируются умения применять физические законы и формулы как в стандартных, так и в измененных учебных ситуациях, которые требуют проявления довольно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания. В заданиях *повышенного уровня сложности* проверяется способность экзаменуемых действовать в ситуациях, в которых нет явного указания на способ выполнения и необходимо выбрать этот способ из набора известных или сочетать два-три известных способа действий. В заданиях же *высокого уровня сложности* проверяется способность решать задачи, в которых нет явного указания на способ выполнения и необходимо сконструировать способ решения самостоятельно, комбинируя известные способы.

При организации учебного процесса следует опираться на использование в текущей работе с обучающимися заданий всех типологических групп, которые используются в контрольных измерительных материалах ЕГЭ: заданий, классифицированных по структуре, по уровню сложности, по разделам курса физики, по проверяемым умениям, по способам представления информации и т. п.

Большого внимания требует практическая часть курса физики средней школы, выполнение различных лабораторных работ. Их недостаточность отражается на снижении выполнения заданий на проверку методологических умений. Поскольку на ЕГЭ по физике в силу технологических сложностей невозможно использовать лабораторное оборудование, то овладение методологическими

умениями проверяется при помощи модельных заданий теоретического характера.

При выполнении заданий, помимо предметных знаний, умений, навыков и способов познавательной деятельности, востребованы также универсальные учебные познавательные, коммуникативные и регулятивные (самоорганизация и самоконтроль) действия.

*В целях повышения качества преподавания физики и достижения высокого уровня подготовки выпускников к государственной (итоговой) аттестации в форме ЕГЭ по физике рекомендуем:*

– Регулярно вести работу над *формированием умения решать физические задачи*. Уделять достаточное внимание решению качественных и расчетных задач различных типов, добиваться полного правильного ответа, включающего последовательное логическое обоснование с указанием на изученные закономерности.

– Перестроиться с системы «изучения основных типов задач по данному разделу» на обучение обобщенному умению решать задачи.

– С наличием в КИМ интегрированных заданий, проверяющих базовые теоретические сведения, в процессе изучения нового материала целесообразно шире использовать устные ответы обучающихся, обращать внимание на формулировки законов, понимание основных свойств изучаемых явлений и процессов.

– Обращать более пристальное внимание на формирование умений работать с графической информацией.

– Проводить все предусмотренные программой лабораторные работы или работы практикума. При их проведении следует обратить внимание на формирование следующих умений: построение графиков и определение по ним значения физических величин, запись результатов

измерений и вычислений с учетом элементарных погрешностей измерений.

– Проводить в классе демонстрационные эксперименты, в том числе с помощью компьютерных моделей, на основании которых строится объяснение теоретического материала в учебнике.

– Организовать работу по приобретению опыта самостоятельного поиска информации, анализа и отбора информации с использованием различных источников.

– Развивать навыки смыслового чтения, обучать внимательно и осмысленно читать тексты заданий, развивать читательскую грамотность, в том числе привлекая к совместной работе учителей других предметов.

Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к ЕГЭ по физике могут оказать материалы с сайта ФИПИ ([www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)):

– документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2024 г.;

– открытый банк заданий ЕГЭ;

– навигатор самостоятельной подготовки к ЕГЭ;

– методические рекомендации на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ прошлых лет (2021–2023 гг.);

– методические рекомендации для учителей по преподаванию учебных предметов в образовательных организациях с высокой долей обучающихся с рисками учебной неуспешности. Физика;

– журнал «Педагогические измерения»;

– видеоконсультации для участников ЕГЭ

(<https://fipi.ru/ege/videokonsultatsiirazrabotchikov-kim-yege>).

## **5.2. Методические рекомендации по организации дифференцированного обучения школьников с разными уровнями предметной подготовки**

В обучении физике дифференциация имеет особое значение, что объясняется спецификой этого предмета, объективно являющегося одной из самых сложных школьных дисциплин и вызывающего субъективные трудности у многих школьников, причем более всего при решении задач.

*У обучающихся с базовым уровнем подготовки* сформирована способность осмыслить связи между понятиями, они обладают навыками самостоятельной работы и наиболее важными планируемыми результатами. Эти выпускники справляются с заданиями базового уровня, которые соответствуют требованиям ФГОС базового уровня.

*Обучающиеся с повышенным уровнем подготовки* умеют обобщать, выделять главное, отыскивать нестандартные решения, сочетающие знание теории с умением применять ее в решении практических задач, что позволяет им справиться с заданиями повышенного и высокого уровней сложности.

Организация обучения решению физических задач на основе дифференцированного подхода сделает процесс обучения более комфортным, позволит повысить качество знаний. Например, при решении физических задач возможно предложить обучающимся задание, состоящее из трёх уровней:

*I уровень* — задача на знание и применение прямой формулы или физического закона;

*II уровень* — задача в два, три действия на определение неизвестной величины из формулы или закона;

*III уровень* — задача творческого характера, требующая знания ранее изученного материала и комбинированных действий.

Условное деление по группам позволяет учителю организовать работу по формированию приемов учебной деятельности обучающихся дифференцированно, с учетом их индивидуальных возможностей.

Для эффективной подготовки обучающихся к ЕГЭ по физике необходимо совершенствовать процесс преподавания: активнее включать в учебный процесс идеи дифференцированного обучения (дифференциация требований в процессе обучения, разноуровневый контроль); использовать практические разработки по индивидуализации обучения (создание индивидуальных модулей обучения); учитывать рекомендации психологов по организации усвоения и т.д.).

Эффективным механизмом дифференцированного обучения является организация внеурочной деятельности, развивающей самостоятельность и творческую активность обучающихся, как отстающих в изучении программного материала, так и проявляющих интерес к предмету.

### **5.3. Рекомендации для обсуждения / обмена опытом на методических объединениях учителей физики**

Для обсуждения на методических объединениях учителей физики можно рекомендовать следующие задания/темы, при выполнении которых участниками ЕГЭ-2023 были допущены типичные ошибки, доля которых статистически значима:

- *Механика* (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике);
- *Молекулярная физика* (термодинамика);
- *Электродинамика и основы СТО* (электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО);
- *Квантовая физика.*

При подготовке к решению задач части 2 обратить внимание на понимание физического смысла; показать, что при понимании физического смысла необходимые для решения задачи законы и уравнения записываются очень просто. Большинство задач обсуждаются в различных учебных пособиях, однако их объяснение не является достаточно подробным. Учитель должен добавить необходимые для решения задачи рассуждения.

Совместно с учреждениями высшего образования, имеющими профильную подготовку по физике, регулярно проводить мастер-классы по решению задач повышенной сложности, пробные ЕГЭ только по задачам с развернутым ответом.

Стараться максимально использовать демонстрацию физических опытов для понимания преподаваемых тем. Во многих случаях изучаемый материал не может быть доказан, школьники вынуждены верить преподавателю. Экспериментальное подтверждение изучаемых явлений может существенно повысить уровень их понимания школьниками. Показ опытов можно организовывать на базе вузов или использовать видеоматериалы. Это особенно важно для успешного решения качественных задач;

Регулярно приглашать преподавателей учреждений высшего образования, учреждений дополнительного профессионального образования для чтения лекций по проблемам современной физики, что будет способствовать мотивации школьников к углубленному изучению физики.

#### **5.4. Формирование функциональной (естественно-научной) грамотности обучающихся**

В 2024/25 учебном году в соответствии с требованиями ФГОС ООО и ФГОС СОО педагоги продолжат работу над формированием функциональной грамотности обучающихся, включающей читательскую, математическую, естественно-научную и др. грамотности.

В настоящее время естественно-научная грамотность (ЕНГ) является одним из признанных критериев оценивания качества обучения в национальных системах образования и в международных исследованиях. Она рассматривается как важнейший фактор развития культуры и конкурентоспособности страны, является одним из необходимых условий становления информационного и технологически развитого общества, поскольку обеспечивает связи в системах «человек — природа», «человек — технология».

Характер заданий для оценивания ЕНГ российских обучающихся в рамках национального мониторинга основывается на материалах международного исследования PISA. Эти материалы включают в себя собственно концепцию ЕНГ, модель заданий по ее оцениванию и образцы таких заданий.

Согласно определению, используемому в PISA, *естественно-научная грамотность — это способность человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественно-научными идеями.*

Естественно-научно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетентностей:

- научно объяснять явления;
- понимать основные особенности естественно-научного исследования;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

Типичный блок заданий включает в себя описание реальной ситуации, представленное, как правило, в проблемном ключе, и ряд вопросов-заданий, связанных с этой



ситуацией. При этом каждое из заданий классифицируется по следующим параметрам:

- **компетентность**, на оценивание которой направлено задание;
- **тип естественно-научного знания**, затрагиваемый в задании (*содержательное знание* — знание научного содержания, относящегося к следующим областям: «Физические системы», «Живые системы» и «Науки о Земле и Вселенной»; *процедурное знание* — знание разнообразных методов, используемых для получения научного знания, а также знание стандартных исследовательских процедур);
- **контекст** (ситуации группируются по контекстам: *здоровье, природные ресурсы, окружающая среда, опасности и риски, связь науки и технологий*);
- **познавательный уровень** (или степень трудности) задания.

Понятие естественно-научной грамотности, как и задача формирования этого вида функциональной грамотности, абсолютно согласуются с требованиями к образовательным результатам, определенным в обновленном ФГОС ООО. Чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить набор основных компетенций, определяющих ЕНГ, с требованиями обновленного ФГОС ООО к ряду метапредметных и предметных образовательных результатов.

### ***Компетенции ЕНГ и требования обновленного ФГОС ООО к образовательным результатам***

	<b>Компетенции ЕНГ</b>	<b>Требования обновленного ФГОС ООО к образовательным результатам</b>
1.	<i>Научное объяснение явлений</i> , включая: <ul style="list-style-type: none"><li>– применение естественно-научных знаний для объяснения явлений;</li></ul>	– Выявлять и характеризовать существенные признаки объектов (явлений);

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использование и создание объяснительных моделей и др.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения;</li> <li>– Выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях, относящихся к физическим явлениям;</li> <li>– Выявлять причинно-следственные связи при изучении физических явлений и процессов; делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, выдвигать гипотезы о взаимосвязях физических величин;</li> <li>– Самостоятельно выбирать способ решения учебной физической задачи (сравнение нескольких вариантов решения, выбор наиболее подходящего с учётом самостоятельно выделенных критериев).</li> </ul>
2.	<p><i>Понимание основных особенностей естественно-научного исследования, включая:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– распознавание и формулирование цели данного исследования;</li> <li>– выдвижение объяснительных гипотез и предложение способов их проверки;</li> <li>– предложение или оценка способов научного исследования данного вопроса.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;</li> <li>– Проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный физический эксперимент, небольшое исследование физического явления;</li> <li>– Оценивать на применимость и достоверность информацию, полученную в ходе исследования или эксперимента;</li> <li>– Самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, опыта, исследования;</li> <li>– Прогнозировать возможное дальнейшее развитие физических процессов, а также выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах.</li> </ul>

3.	<p><i>Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, включая:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ, интерпретацию данных и получение соответствующих выводов;</li> <li>– преобразование одной формы представления данных в другую и др.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе информации или данных с учётом предложенной учебной физической задачи;</li> <li>– Анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления;</li> <li>– Самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями.</li> </ul>
----	--	---

Сравнение показывает, что компетентности, составляющие ЕНГ, и требования стандарта вполне согласуются друг с другом.

Как уже выше отмечено, задача формирования функциональной грамотности (ФГ) возложена на школу, на учителя. А это значит, что:

- учитель овладел основными понятиями, связанными с ФГ;
- овладел практикой формирования и оценки ФГ;
- понимает роль учебных задач как средства формирования ФГ.

Электронные ресурсы по формированию функциональной грамотности у обучающихся можно найти:

- на сайте министерства образования и науки Республики Татарстан «Функциональная грамотность» <https://mon.tatarstan.ru/funktsionalnaya-gramotnost.htm>
- открытый банк заданий на сайте федерального государственного бюджетного научного учреждения «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» <https://skiv1.instrao.ru/bank-zadaniy/>

- открытый банк заданий на образовательной платформе «Российская электронная школа» <https://fg.resh.edu.ru/>
- открытые задания PISA на официальном сайте федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт оценки качества образования» <https://fioco.ru/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%8B-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87-pisa>
- открытый банк заданий для оценки естественно-научной грамотности (VII–IX классы) на официальном сайте федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный институт педагогических измерений» <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-vestestvennonauchnoy-gramotnosti> .

При обучении физике, включая задания по формированию и оценке ЕНГ, учитель учитывает два вида знания: *знание процедур и знание содержания*.

**Процедурное знание** отражает приемы научного познания. К ним относятся знание методов научного познания (наблюдение, эксперимент, измерение); моделирование явлений и процессов; проведение прямых и косвенных измерений; выбор условий проведения опытов; выбор способа измерений, представление и интерпретация данных; точность измерений и способы уменьшения погрешности; знание правил безопасного труда при проведении исследований.

Начиная с первых уроков физики у школьников должно формироваться представление об этапах метода научного познания:

- наблюдение явления и установление закономерностей явления;
- выдвижение гипотезы для объяснения закономерностей;

- создание модели явления и экспериментальная проверка выдвинутой гипотезы;
- открытие физических законов или создание физической теории;
- объяснение других явлений на основе открытого закона или выдвинутой теории.

Обучающиеся должны понимать, что все теории и законы имеют границы применимости. При расхождении новых экспериментальных данных и существующих законов и теорий ученые выдвигают новые гипотезы и физические теории.

Важнейшей задачей при изучении физики в основной школе является освоение обучающимися умений проводить прямые и косвенные измерения на реальном лабораторном оборудовании и записывать результаты измерений с учетом абсолютной погрешности.

Перечень **содержательного знания** для разработки заданий банка ФИПИ составлен по каждому классу и построен в соответствии с программами по биологии, физике и химии.

*Для 7-го класса* включены задания по физике следующие темы: «Равномерное и неравномерное движение», «Масса и плотность», «Сила упругости и сила трения», «Давление», «Плавание тел», «Простые механизмы», «Механическая энергия».

*Задания для 8-го класса* опираются на знание основных положений молекулярного строения вещества, агрегатных состояний вещества и фазовых переходов, влажности воздуха, видов теплопередачи, тепловых двигателей, электрических, магнитных и световых явлений.

Выполнение *заданий для 9-го класса* предполагает, что обучающиеся освоили следующие темы: «Равноускоренное прямолинейное движение» и «Равномерное движение по

окружности», «Законы Ньютона и силы в природе», «Законы сохранения импульса и механической энергии», «Механические колебания и волны», «Звук», «Электромагнитные волны», «Строение атома», «Излучение света атомом», «Ядерные реакции». К каждому предлагаемому контексту разработано несколько заданий, которые могут отличаться по контролируемому умению, уровню сложности, по типологии самого задания.

Для решения проблемы повышения уровня естественно-научной грамотности обучающихся необходимы системные комплексные изменения в учебной деятельности, переориентация системы образования на новые результаты, а значит, и соответствующая модернизация содержания и методов обучения в области естественнонаучного образования.

*Учителю необходимо помнить, что в учебном процессе должны быть два подхода: формирование учебных предметных знаний и умений и одновременно развитие способности эти знания, умения применять в ситуациях внеучебных.*

## 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ

При организации учебной работы рекомендуем использовать следующие *цифровые и электронные образовательные ресурсы*:

1. Модернизированная ГИС «Электронное образование Республики Татарстан» <https://ms-edu.tatar.ru/tatar/>

2. Актуальные материалы ГИА размещены на сайте ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений». Режим доступа: <https://fipi.ru/>.

– Демонстрационные варианты контрольных измерительных материалов, тренировочные сборники для подготовки к ГИА для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, видеоконсультации прошлых лет.

– Раздел «Аналитические и методические материалы» содержит Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе типичных ошибок участников ЕГЭ по физике. На сайте размещены разделы «Навигатор подготовки» и «Методическая копилка» для выпускников. «Навигатор подготовки» содержит описание проверяемых знаний и умений, тренировочные задания, рекомендации по самостоятельной подготовке обучающихся к ОГЭ и ЕГЭ, в т. ч. по физике.

– В разделе «Методическая копилка» имеются Методические рекомендации для работы с обучающимися с рисками учебной неуспешности.

– На сайте размещены Открытые варианты КИМ ЕГЭ-2024 по 15 предметам. Обновлено Открытые банки заданий ЕГЭ и ОГЭ, в т. ч. по физике.

3. Образовательный портал для подготовки к государственной итоговой аттестации по физике. Режим доступа: <https://ege.sdangia.ru/>, <https://oge.sdangia.ru/>.

- На портале доступны каталог заданий, варианты для самопроверки.
  - Возможность создавать собственный курс и онлайн-уроки в разделе «Школа», писать электронные письма обучающимся и получать от них ответы, размещать методические материалы.
  - Для работы с разделом «Школа» необходима авторизация.
4. LearningApps.org — бесплатный цифровой ресурс, позволяющий в игровой форме осуществлять обобщение изученного материала и контроль знаний. Ресурс содержит большое количество готовых заданий и предоставляет возможность зарегистрированным пользователям создавать задания. Режим доступа: <https://learningapps.org/register.php>.
5. Материалы по формированию естественно-научной грамотности <https://mon.tatarstan.ru/ssilki-na-elektronnie-resursi-po-formirovaniyu.htm>
6. Учительский портал. Методические материалы по физике и астрономии <https://www.uchportal.ru/load/38>
7. Все о науке в Московских школах <http://nauka.mosmetod.ru/>
8. Интерактивные лабораторные работы по физике [http://seninvg07.narod.ru/004\\_fiz\\_lab.htm](http://seninvg07.narod.ru/004_fiz_lab.htm)
9. Физический класс. Физика для старшеклассников и не только. <https://fizclass.ru/>
10. Образовательная экосистема В знания <https://vznaniya.ru/>
11. Политехнический музей <https://polymus.ru/>
12. Государственный музей космонавтики им. К. Э. Циолковского. Виртуальные прогулки <https://gmik.ru/fotovideo3d/virtualnyiy-tur/>
13. Музей космонавтики. Виртуальная экскурсия



- [https://russia360.travel/things-to-do/msk/Museums\\_gall/memorialnyy-muzey-kosmonavtiki/](https://russia360.travel/things-to-do/msk/Museums_gall/memorialnyy-muzey-kosmonavtiki/)
14. Биофизика <https://postnauka.org/themes/biofizika>
  15. Некоммерческий научно-популярный проект «Элементы большой науки» <https://elementy.ru/>
  16. Библиотека книг по популярной элементарной физике <https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/elementary.htm>
  17. Электронный учебник физики [https://www.physbook.ru/index.php/PhysBook:%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B8](https://www.physbook.ru/index.php/PhysBook:%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B8)
  18. Физика в школе. Рисунки по физике <http://markx.narod.ru/pic/>
  19. Архив журнала «Наука и жизнь» <https://www.nkj.ru/archive/>
  20. Вся физика [http://www.all-fizika.com/article/index.php?id\\_article=110](http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=110)
  21. Виртуальный музей физического оборудования музейно-педагогического комплекса «Феникс» <https://fiz-muz-spb.ucoz.net/>
  22. Сверхзадача. Сайт для учителей физики <http://sverh-zadacha.ucoz.ru/index/0-9>
  23. «ФИЗТЕХ регионам» <https://os.mipt.ru/#/>



Институт развития образования Республики Татарстан  
420015, Казань, Большая Красная, 68  
(843) 236-65-63, 236-62-42  
[irort@irort.ru](mailto:irort@irort.ru)