

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОД КРАСНОДАР
МУНИЦИПАЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАЛАЯ АКАДЕМИЯ» МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОД КРАСНОДАР

Принята на заседании
педагогического совета
от «23» мая 2023 г.
Протокол № 7

Утверждаю
Директор МУ ДО «Малая академия»
_____ А.А. Орбец
«23» мая 2023 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«УДИВИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА»**

Уровень программы: углубленный

Срок реализации программы: 3 года: 576 ч. (1 год-144 ч.; 2 год-216 ч.; 3 год-216 ч.)

Возрастная категория: от 13 до 17 лет

Состав группы: до 15 человек

Форма обучения: очная, дистанционная

Вид программы: модифицированная

Программа реализуется на бюджетной основе

ID-номер Программы в Навигаторе: 4282

Автор-составитель:

*Юревич Елена Олеговна,
педагог дополнительного образования*

г. Краснодар, 2023

Содержание

Нормативная база	3
Раздел 1. Комплекс основных характеристик образования: объём, содержание, планируемые результаты.....	4
1. Пояснительная записка	4
1.1. Направленность, актуальность, новизна, педагогическая целесообразность, отличительные особенности, адресат программы	4
1.1.1. Направленность программы.....	4
1.1.2. Актуальность программы.....	4
1.1.3. Педагогическая целесообразность программы.....	5
1.1.4. Новизна программы. Отличительные особенности данной дополнительной общеобразовательной программы.....	6
1.1.5. Адресат программы.....	6
1.2. Цель и задачи программы.....	8
1.2.1. Цель и задачи программы.....	8
1.2.2. Цели и задачи 1 года обучения	9
1.2.3. Цели и задачи 2 года обучения	9
1.2.4. Цели и задачи 3 года обучения	9
1.3. Уровень программы, формы обучения и режим занятий, особенности организации образовательного процесса.....	10
1.3.1. Уровень программы	10
1.3.2. Объем и сроки реализации программы в соответствии	11
1.3.3. Формы обучения по программе.....	11
1.3.4. Режим занятий по программе	11
1.3.5. Особенности организации образовательного процесса	11
2. Содержание программы	14
2.1. Учебный план	14
2.2. Содержание программы	15
2.3. Планируемые результаты	23
2.3.1. Предметные результаты и способы их проверки	23
2.3.2. Метапредметные результаты	28
2.3.3. Личностные результаты	28
Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий, включающий формы аттестации	30
2.1. Календарный учебный график.....	30
2.2. Условия реализации программы	48
2.3. Формы контроля и аттестации учащихся	50
2.4. Оценочные материалы.....	51
2.5. Методические материалы и рекомендации	53
2.6. Список литературы, используемой педагогом.....	54
2.7. Список литературы, рекомендуемой учащимся и родителям.....	55

Нормативная база

Программа разработана в соответствии с нормативно-правовыми документами в сфере образования и образовательной организации:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации до 2025 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015 г. № 996-р;
3. Федеральный приоритетный проект «Доступное дополнительное образование для детей», утвержденный президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 30 ноября 2016 г. №11);
4. Федеральный проект «Успех каждого ребёнка», утвержденный протоколом заседания проектного комитета по национальному проекту «Образование» от 07 декабря 2018 года № 3;
5. Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации»;
6. Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
7. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;
8. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ от 18.11.2015 г. Министерства образования и науки РФ;
9. Методические рекомендации по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий» от 19 марта 2020 г.;
10. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ – Региональный модельный центр – Краснодар, 2020;
11. Устав МУ ДО «Малая академия», утверждённый постановлением администрации муниципального образования город Краснодар от 09.12.2015 № 8330;
12. Положение о порядке разработки и утверждения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы МУ ДО «Малая академия».

Раздел 1. Комплекс основных характеристик образования: объём, содержание, планируемые результаты

1. Пояснительная записка

1.1. Направленность, актуальность, новизна, педагогическая целесообразность, отличительные особенности, адресат программы

1.1.1. Направленность программы

Занятия по данной программе носят развивающий характер, способствуют развитию познавательных и интеллектуальных способностей, креативности, речи, наблюдательности, усидчивости, уверенности в себе, волевых качеств, умению замечать то, что не видят другие, находить выход из тупиковых ситуаций, вести корректные дискуссии по обсуждаемой проблеме.

В основе построения курса лежат научно обоснованные в отечественной и мировой практике обучения психолого-педагогические основы развивающего обучения и развития детей.

Направленность программы – **естественнонаучная**, так как программа содержит теоретическое и практическое углубленное исследование вопросов современной физики посредством практикумов по решению нестандартных задач (олимпиадного и конкурсного свойства различных уровней), выполнение лабораторно-практических работ, выбора направлений и выполнения исследовательских работ.

1.1.2. Актуальность программы

В условиях информационного взрыва, быстрой смены технологий, экологических проблем необходима личность, обладающая прочными знаниями, развитым критическим мышлением, творческими способностями, нравственной и эмоциональной сферами, имеющая истончившую и действенную потребность в самообразовании и самосовершенствовании. В рамках реализации программы:

- показывается, что окружающий нас мир – совокупность иерархически взаимосвязанных систем, развивающихся по информационно-системным законам, в соответствии с которыми необходимо действовать, а не бороться с ними;
- определяется место человека и Земли в общей системе мироздания;
- иллюстрируется материальное единство мира, взаимосвязь космических и земных процессов;
- показывается, что космос – уникальная физическая лаборатория, результаты исследования в которой приводят к научно-техническим революциям на Земле (лазеры, термоядерные реакции, квантовые компьютеры, бозе-конденсат, и т.д.);
- прививается устойчивый интерес к предметам естественного цикла;

- из ученика формируются исследователь, способный создать собственный образовательный продукт, имеющий не только личностную, но и социальную ценность.

В связи с развитием олимпиадного движения все более востребованной становится подготовка учащихся к выступлениям на олимпиадах и конкурсах самого высокого уровня. Реализация данной программы успешно справляется с данной задачей, благодаря углубленному подходу к изучению предмета и закреплению навыков и умений решением задач повышенного уровня сложности.

В то же время становится все более очевидным, что школьники, не получившие специальной подготовки, не могут качественно выполнить задания олимпиад. Это хорошо понимают и сами учащиеся, особенно старшеклассники, и их родители. С этим связана растущая востребованность специализированных занятий, нацеленных на подготовку к соответствующим интеллектуальным состязаниям.

Таким образом, актуальность данной программы базируется на анализе современных проблем образования, педагогического опыта и запросов учащихся и родителей.

1.1.3. Педагогическая целесообразность программы

Программа является доступной для школьников, поскольку базируется на базовых знаниях, полученных к 7 классу обучения в общеобразовательных организациях.

Данная программа является педагогически целесообразной, поскольку:

- обеспечивает формирование экологической грамотности;
- показывает неограниченные познавательные возможности человека;
- направлена на развитие мотивации личности к познанию, творчеству;
- способствует интеллектуальному и духовному развитию личности ребенка;
- развивает системное мышление;
- прививает вкус к научно-исследовательской деятельности и дает возможность под руководством преподавателя выполнить первые самостоятельные исследования;
- обеспечивает межпредметные связи со всеми предметами, изучаемыми в школе, показывая их необходимость;
- обеспечивает насыщенность свободного времени подростка целесообразной творческой деятельностью, являясь одним из средств профилактики асоциального поведения;
- создает условия для профессионального самоопределения, творческой самореализации личности ребенка, ее интеграции в систему мировой и отечественной культур.

Подростки, прошедшие обучение по данной программе, успешно выступают на предметных олимпиадах, в том числе и Всероссийской олимпиаде школьников (от школьного до заключительного этапа).

Программа имеет **практическую направленность** и даёт возможность применения знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса, в различных областях деятельности человека.

1.1.4. Новизна программы. Отличительные особенности данной дополнительной общеобразовательной программы от уже существующих программ

Программа является модифицированной, составлена на основе авторской дополнительной общеобразовательной программы «Удивительная физика» Швецово́й Ната́лии Анато́льевны, утвержденной в 2015 году. Отличительной особенностью модифицированной программы является срок реализации программы (три года) и перераспределение часов, отведенных на изучение тем.

Особенностью программы, взятой за основу данной модифицированной, состоит в исследовательском характере обучения физике, в результате чего ученик прочно усваивает основы фундаментальной физики, вырабатывая практические умения и навыки применения их к любым процессам, происходящим в природе.

Отличительные особенности **данной** программы от уже **существующих** образовательных программ:

1. С точки зрения системного подхода отражена взаимосвязь всех физических процессов, показаны неограниченные возможности человека для познания закономерностей окружающего мира и использования их на Земле для блага человечества.

2. На обширном эмпирическом материале вскрываются многие нерешенные вопросы в области физики, показывается возможность их решения силами учащихся, производящих собственные исследования или обрабатывающих результаты наблюдений, полученных в крупнейших лабораториях мира (доступ через Интернет) по намеченной программе. Тем самым теоретический материал, полученный на занятиях, непосредственно увязывается с индивидуальной научно-исследовательской работой учащихся.

1.1.5. Адресат программы

Данная программа адресована подросткам 13-17 лет.

Нижняя граница возраста объясняется тем, что у ребенка еще недостаточно сформировано абстрактно-логическое мышление, а необходимый для понимания физики математический аппарат начинает изучаться в общеобразовательной школе только с 7 класса.

Верхняя граница возраста соответствует окончанию средней школы.

Границы возраста могут варьироваться с учетом индивидуальных особенностей детей.

Содержание и объем стартовых знаний, необходимых для начального этапа освоения программы:

- элементарное представление о строении Вселенной;
- операции с процентами;
- возведение в степень;
- сложение и умножение многочленов;
- формулы сокращенного умножения;
- разложение многочленов на множители;
- преобразование алгебраических выражений;
- простейшие функциональные зависимости и их графики;
- элементарный анализ результатов, представленных в графическом виде;
- элементарные понятия из теории множеств;
- точка, прямая, луч, отрезок, угол, плоскость, полуплоскость, фигура;
- смежные и вертикальные углы;
- треугольник, прямоугольник, квадрат, многоугольник, окружность, круг;
- площадь треугольника, прямоугольника, квадрата, круга;
- объем прямоугольного параллелепипеда и шара;
- механическое движение;
- скорость, ускорение тела;
- теплопроводность, конвекция, лучеиспускание;
- переход вещества из одного агрегатного состояния в другое.

В группы второго (третьего) года обучения **могут быть зачислены** учащиеся, не занимавшиеся в группе первого (второго) года обучения, но успешно прошедшие входную диагностику (входное тестирование, собеседование).

В программе предусмотрено **участие детей с особыми образовательными потребностями.**

Так, её могут осваивать **дети с ограниченными возможностями здоровья** при условии разработки индивидуального образовательного маршрута. Если состояние здоровья этих учащихся позволяет им работать у компьютера или ноутбука, то занятия с ними могут быть организованы с использованием дистанционных образовательных технологий.

Дети, проявившие выдающиеся способности, талантливые (одарённые, мотивированные) дети могут осваивать программу в индивидуальном темпе (в соответствии с индивидуальным образовательным маршрутом). Но не менее значимым для их интеллектуального и личностного роста становится и обучение в составе разноуровневой группы, где такие дети оказываются в роли помощников, наставников, поддерживают своих менее опытных товарищей.

По программе могут успешно заниматься и **дети, находящиеся в трудной жизненной ситуации**. Для них (при необходимости) также может быть разработан индивидуальный образовательный маршрут.

Именно поэтому учебная группа для реализации данной программы является **смешанной, разноуровневой и при необходимости разновозрастной** (приоритетом для формирования группы является уровень владения необходимыми знаниями, который не всегда совпадает с возрастом и классом обучения в школе). В процессе обучения учащимся предлагаются задания для закрепления материала, соответствующие уровню владения предметом.

Наполняемость групп - от 10 до 15 человек. Она обусловлена тем, что занятия носят как индивидуальный, так и групповой характер (разбивка на пары и микрогруппы).

1.2. Цель и задачи программы

1.2.1. Цель и задачи программы

Цель программы: раскрытие индивидуальности ребенка и гармоническое развитие его личности, формирование творческого мировоззрения учащихся, привитие им навыков к самостоятельной научно-исследовательской работе, воспитание истинных исследователей физического мира, способных в нестандартных условиях быстро принимать эффективные управленческие решения, способные вывести планету из точки бифуркации на более высокий виток эволюционного развития, обеспечить эффективное выступление ребенка на интеллектуальных соревнованиях высокого уровня.

Основные задачи программы:

Образовательные (предметные) задачи:

- расширение и углубление знаний по программному материалу;
- понятие о месте физики среди естественных наук и пробудить у ребенка мотивацию к познанию и исследованию процессов, происходящих в природе,
- единство законов физического мира в Космосе и на Земле, сформировать убеждение учащихся в уникальной роли физики, как ключа познания всех процессов, происходящих в природе, возможности и необходимости использования на Земле в мирных целях, открытых в ней закономерностей,
- формирование целостной картины мира.

Личностные задачи:

- создание условий для раннего самоопределения и профессиональной ориентации учащихся;
- развитие познавательных интересов и креативности;
- развитие системного мышления у детей;
- развитие способностей к самопознанию;

- формирование положительной «Я-концепции», понимание ценности и уникальности человека;
- воспитание чувства ответственности за свои действия перед природой и обществом.

Метапредметные задачи:

- развитие способностей самостоятельно приобретать знания и проводить научные исследования;
- формирование умений совместной деятельности.

1.2.2. Цели и задачи 1 года обучения

Цель 1 года обучения: дать понятие о месте физики среди естественных наук и пробудить у ребенка мотивацию к познанию и исследованию процессов, происходящих в природе

Задачи 1 года обучения:

- 1) дать понятие о материальном единстве мира;
- 2) сформировать элементарные физические понятия;
- 3) способствовать развитию познавательного интереса к процессам, происходящим в окружающем мире;
- 4) способствовать формированию культуры общения, умения вести дискуссию и работать в команде;
- 5) способствовать развитию самостоятельности, уверенности в себе, аккуратности и точности.
- 6) определиться с темой научно-исследовательской работы по физике.

1.2.3. Цели и задачи 2 года обучения

Цель 2 года обучения: дать учащимся целостное представление об окружающем мире

Задачи 2 года обучения:

- 1) показать системность окружающего мира;
- 2) углубить знания о процессах, идущих в Космосе;
- 3) показать теснейшую взаимосвязь космических и земных процессов;
- 4) пробудить творческие способности у каждого ребенка, результатом чего является его первое самостоятельное научное исследование.

1.2.4. Цели и задачи 3 года обучения

Цель 3 года обучения: Показать единство законов физического мира в Космосе и на Земле, сформировать убеждение учащихся в уникальной роли физики, как ключа познания всех процессов, происходящих в природе, возможности и необходимости использования на Земле в мирных целях, открытых в ней закономерностей.

Задачи 3 года обучения:

- 1) показать неисчерпаемость форм существования и движения материи;
- 2) познакомить с методами физических исследований;

- 3) обучить учащихся статистическим методам обработки наблюдательной информации;
- 4) научить учащихся планировать собственные исследования, обсуждать результаты полученных исследований в коллективе единомышленников, докладывать их на конференции;
- 5) сформировать сознательное убеждение учащегося в неограниченной познавательной возможности человеческого разума;
- 6) привить умение принимать оптимальное решение в нестандартной ситуации на основе системного подхода;
- 7) сформировать убеждение «Физика служит только миру»;
- 8) добиться самореализации ребенка в его самостоятельной научно-исследовательской деятельности до окончания обучения по предложенной образовательной программе.

1.3. Уровень программы, формы обучения и режим занятий, особенности организации образовательного процесса

1.3.1. Уровень программы

Данная программа является программой **углублённого** уровня.

Это обусловлено тем, что в рамках подготовки к олимпиадам рассматриваются задачи повышенного уровня сложности, а изучаемый материал затрагивает темы, выходящие за рамки школьной программы физики. Сроки изучения тем составлены с учетом методической программы Всероссийской олимпиады школьников по физике, что предполагает изучение материала на опережение школьной программы.

Программа направлена на выстраивание индивидуальной траектории дальнейшего личностного, творческого, культурного и профессионального самоопределения обучающихся; ориентирована на развитие и профессиональное становление личности.

В ходе реализации программы предполагается осуществить развитие компетентности учащихся в образовательной области и формирование навыков на уровне практического применения; формирование устойчивой мотивации к профильному самоопределению, потребности в творческой деятельности и самореализации в рамках выбранного вида деятельности; формирование метапредметных компетенций и компетенций успешной личности.

Программа носит выраженный исследовательский, творческо-продуктивный и поисковый характер, создаёт возможность активного практического погружения детей в профессиональную среду.

Обучение происходит в процессе участия в исследовательской, творческо-продуктивной и поисковой деятельности.

Программа предполагает участие не менее 70% обучающихся в муниципальных, краевых и всероссийских мероприятиях, включение не менее 50% обучающихся в число победителей и призёров городских, краевых и всероссийских мероприятий.

В то же время учащийся может освоить данную программу на разных уровнях.

1-й, «стартовый» уровень. Предполагает использование и реализацию общедоступных и универсальных форм организации материала, минимальную сложность предлагаемого для освоения содержания данной программы.

2-й, «базовый» уровень. Предполагает использование и реализацию таких форм организации материала, которые допускают освоение специализированных знаний, гарантированно обеспечивают трансляцию общей и целостной картины в рамках содержательно-тематического направления программы.

3-й, «продвинутый» уровень. Предполагает использование форм организации материала, обеспечивающих доступ к сложным разделам в рамках содержательно-тематического направления программы.

1.3.2. Объем и сроки реализации программы в соответствии с уровнем программы

Данная дополнительная общеобразовательная программа рассчитана на 3 года обучения.

Объем программы – 576 часов, которые распределяются следующим образом:

1-й год обучения – 144 часа (4 часа в неделю),

2-й год обучения – 216 часов (6 часов в неделю),

3-й год обучения – 216 часов (6 часов в неделю).

Такие объем и сроки реализации программы соответствуют углубленному уровню программы.

1.3.3. Формы обучения по программе

Программа предполагает очную форму обучения. Возможно использование дистанционных образовательных технологий при изучении ряда разделов.

1.3.4. Режим занятий по программе

1-й год обучения – 144 часа (2 раза в неделю по 2 часа),

2-й год обучения – 216 часов (3 раза в неделю по 2 часа),

3-й год обучения – 216 часов (3 раза в неделю по 2 часа).

Занятия по 40 минут с 10-минутным перерывом между занятиями.

1.3.5. Особенности организации образовательного процесса

Обучение школьников по данной программе основывается на следующих педагогических принципах:

научность;

доступность;

осознанность обучения;

активность;

наглядность;
систематичность;
последовательность;
воспитывающее обучение;
связь теории с практикой;
индивидуализация обучения;
развитие образовательных потребностей.

Программа предусматривает использование **фронтальной, индивидуальной и групповой форм** учебной работы с учащимися.

Фронтальная работа предусматривает подачу учебного материала всему коллективу учащихся. *Индивидуальная форма* предполагает самостоятельную работу учащихся. *Групповая форма* позволяет выполнять отдельные задания небольшим коллективом, учитывая возможности каждого и организуя взаимопомощь. Основной формой работы по реализации программы является **учебное занятие**. В программе предусмотрены разнообразные формы проведения занятий с учащимися. **В рамках одного занятия может сочетаться фронтальная, групповая и индивидуальная работа.**

Программа предусматривает возможность занятий **по индивидуальной образовательной траектории (по индивидуальному учебному плану)**.

В программе предусмотрена **разноуровневая технология организации обучения**.

В процессе обучения используются следующие **методы**:

- 1) по источнику получения знаний:
 - словесные методы (рассказ, объяснение, беседа, дискуссия, лекция в старших группах);
 - наглядные методы (лабораторные работы, демонстрации, домашний эксперимент);
 - практические методы (решение задач);
- 2) по дидактической цели:
 - методы приобретения новых знаний;
 - методы формирования умений и навыков;
 - методы применения знаний;
 - методы закрепления и проверки знаний, умений и навыков;
- 3) по характеру познавательной деятельности учащихся:
 - объяснительно-иллюстративные методы на вводных занятиях;
 - репродуктивные методы;
 - методы проблемного изложения;
 - эвристические методы;
 - исследовательские методы;
- 4) по уровню активности учащихся:
 - пассивные (рассказ, объяснение, лекция, наблюдение);
 - активные (обработка результатов лабораторных исследований и построение на их основе модели исследуемого явления или процесса);
- 5) по целостному подходу к процессу обучения:

- методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности (перцептивные, словесные, наглядные, практические, логические, гностические, самоуправление учебными действиями);
- методы стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности (методы формирования интереса к учению, методы формирования долга и ответственности в учении: поощрение, одобрение, порицание, признание на олимпиадах и конкурсах)

В работе с одаренными детьми используются нестандартные методы обучения, развивающие интеллектуальные способности учащихся. Особое внимание на занятиях в процессе открытия и восприятия новых знаний придается работе с компьютером (виртуальные лаборатории, экспертно-обучающая система).

В программе предусмотрено использование дистанционных и (или) комбинированных форм взаимодействия в образовательном процессе.

Кроме того, используются современные информационно-коммуникационные технологии, в первую очередь, методы поиска необходимой информации в поисковых системах Интернета (Яндекс и Google), обработки полученной информации с помощью персонального компьютера, использование электронных ресурсов (прежде всего, электронных библиотек). В программе предусмотрено использование дистанционных и комбинированных форм реализации образовательного процесса при изучении ряда разделов.

В реализации программы могут быть использованы **дистанционные образовательные технологии**. Практические занятия могут быть проведены с использованием дистанционных образовательных технологий и специальных платформ для проведения онлайн аудио- и видеоконференций, таких как Сферум, Skype, ВКонтакте.

В программе предусмотрено использование сетевой и (или) комбинированной формы реализации.

В рамках профориентационной работы организуется сетевое взаимодействие с соответствующими факультетами Кубанского государственного университета.

2. Содержание программы

2.1. Учебный план

№	Наименование раздела	Всего часов		
		1 год	2 год	3 год
1.	Раздел / модуль 1. Механика	62		
2.	Раздел / модуль 2. Теплота и молекулярная физика	16		
3.	Раздел / модуль 3. Электромагнетизм. Оптика	66		
4.	Раздел / модуль 4. Механика. Теплота и молекулярная физика		62	
5.	Раздел / модуль 5. Электромагнетизм. Оптика		88	
6.	Раздел / модуль 6. Физика микромира		66	
7.	Раздел / модуль 7. Механика			62
8.	Раздел / модуль 8. Теплота и молекулярная физика			88
9.	Раздел / модуль 9. Электромагнетизм. Физика микромира.			66
	Всего часов	144	216	216

1-й год обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации
		Всего	Теория	Практика	
1.	Раздел / модуль 1. Механика	62	30	32	тестирование
2.	Раздел / модуль 2. Теплота и молекулярная физика	16	4	12	тестирование
3.	Раздел / модуль 3. Электромагнетизм. Оптика	66	30	36	тестирование
	ИТОГО	144	64	80	
	ИТОГО: 144 часа.				

2-й год обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации
		Всего	Теория	Практика	
1.	Раздел / модуль 4. Механика. Теплота и молекулярная физика	62	30	32	тестирование
2.	Раздел / модуль 5.	88	40	48	тестирование

	Электромагнетизм. Оптика				
3.	Раздел / модуль 6. Физика микромира	66	30	36	тестирование
	ИТОГО	216	100	116	
	ИТОГО: 216 часов.				

3-й год обучения

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации
		Всего	Теория	Практика	
1.	Раздел / модуль 7. Механика	62	30	32	тестирование
2.	Раздел / модуль 8. Теплота и молекулярная физика	88	40	48	тестирование
3.	Раздел / модуль 9. Электромагнетизм. Физика микромира.	66	30	36	тестирование
	ИТОГО	216	100	116	
	ИТОГО: 216 часов.				

2.2. Содержание программы

Первый год обучения (144 часа)

Раздел / модуль 1. Механика (62 часа)

Предмет физики. Разделы физики. Возникновение и основные этапы развития физики. Связь физики с другими науками. Практическое значение физики.

Векторные и скалярные величины. Определение вектора. Сложение и вычитание векторов. Проекция вектора на выбранное направление. Разложение вектора на составляющие. Скорость и сила – векторные величины. Основные тригонометрические функции и формулы.

Пространство и время – основные формы существования материи. Физика – экспериментальная наука. Измерение физических величин. Элементарная теория погрешностей.

Механическое движение. Основные разделы механики. Материальная точка. Траектория. Перемещение. Скорость (мгновенная, средняя, путевая). Ускорение. Инерция. Кинематика равномерного прямолинейного движения материальной точки. Графики движения.

Взаимодействие тел. Законы динамики. Принцип относительности. Масса тела. Плотность вещества. Сила. Сила упругости. Закон Гука. Динамометр. Явление тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Невесомость. Равнодействующая сил. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Трение качения.

Давление твердых, жидких и газообразных тел. Закон Паскаля. Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Гидростатический парадокс. Сообщающиеся

сосуды. Атмосферное давление. Барометр-анероид. Атмосферное давление на различных высотах. Манометры. Поршневой жидкостный насос. Гидравлический пресс. Действие жидкости и газа на погруженное в них тело. Архимедова сила. Плавание тел.

Центр тяжести тела. Условия равновесия тел.

Механическая работа. Мощность. Момент силы. Простые механизмы. «Золотое правило» механики. Коэффициент полезного действия механизма.

Энергия. Потенциальная и кинетическая энергия. Превращение одного вида механической энергии в другой.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) 1: тест.

Раздел / модуль 2. Теплота и молекулярная физика (16 часов)

Количество теплоты. Внутренняя энергия. Работа. Единицы измерения. Способы изменения внутренней энергии тела. Конвекция и излучение. Примеры теплопроводности в природе и технике. Переход вещества из одного агрегатного состояния в другое. Удельная теплоемкость. Удельная теплота сгорания топлива. Удельная теплота плавления. Удельная теплота парообразования. Закон сохранения энергии в механических и тепловых процессах.

Работа пара и газа при расширении. Двигатель внутреннего сгорания. Паровая турбина. КПД теплового двигателя.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) 2: тест.

Раздел / модуль 3. Электромагнетизм. Оптика (66 часов)

Электризация тел. Два рода зарядов. Электроскоп. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Электрическое поле. Дискретность электрических зарядов. Электрон. Строение атомов. Объяснение электрических явлений.

Электрический ток. Источники электрического тока. Электрическая цепь и ее составные части. Действия электрического тока. Направление электрического тока. Сила тока. Единицы силы тока. Амперметр. Электрическое напряжение. Вольтметр. Электрическое сопротивление. Единицы сопротивления. Закон Ома для участка цепи. Расчет сопротивления проводника. Удельное сопротивление. Реостаты. Регулирование реостатом силы тока в цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников. Работа и мощность электрического тока. Измерение КПД установки с электрическим нагревателем. Лампа накаливания. Электрические нагревательные приборы. Короткое замыкание. Предохранители.

Магнитное поле. Магнитные силовые линии. Магнитное поле кругового тока. Магнитное поле катушки с током. Электромагниты и их применение. Сборка электромагнита и испытание его действия. Постоянные магниты. Магнитное поле постоянных магнитов. Магнитное поле Земли. Действие магнитного поля на проводник с током. Электрический двигатель. Изучение двигателя постоянного тока. (на модели).

Свет. Источники света. Распространение света. Отражение света. Законы отражения света.

Плоское зеркало. Зеркальное и рассеянное отражение. Преломление света. Законы преломления света.

Линзы. Основные характеристики тонкой линзы. Построение изображений, даваемых линзой. Определение фокусного расстояния тонкой линзы.

Фотоаппарат. Глаз и зрение. Близорукость и дальнозоркость. Очки. Экспериментальное определение разрешающей способности глаза.

Строение атомов. Планетарная модель атомов. Микромир – качественно новый уровень познания окружающего мира.

Решение задач повышенной сложности, предлагавшихся на олимпиадах высокого уровня, объединяющих несколько разделов физики, требующих глубокого понимания изученного материала и нестандартного творческого подхода в процессе их решения.

Механизм смены времен года на Земле.

Электромагнитная связь солнечных и земных явлений.

Приливы и отливы на Земле и в космосе.

Краткий обзор нерешенных вопросов современной физики, исследованием которых в состоянии заняться учащиеся.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) 3: тест.

Второй год обучения (216 часов)

Раздел / модуль 4. Механика. Теплота и молекулярная физика (62 часа)

Векторные и скалярные величины. Определение вектора. Сложение векторов. Проекция вектора на выбранное направление. Скалярное произведение векторов. Разложение вектора на составляющие. Основные тригонометрические функции и формулы. Скорость и сила – векторные величины.

Основные задачи механики. Материальная точка. Система отсчета. Перемещение. Перемещение при прямолинейном движении. Прямолинейное равноускоренное движение. Графики скорости и пути. Относительность движения. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально вверх. Невесомость. Ускорение свободного падения тела на Земле и других небесных телах. Прямолинейное и криволинейное движение. Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью. Движение искусственных спутников Земли. Космические скорости. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Закон сохранения механической энергии.

Колебательное движение. Основные характеристики колебательного движения: амплитуда, частота и период колебания. Гармонические колебания. Математический маятник. Свободные, затухающие и вынужденные колебания.

Резонанс. Распространение колебаний в среде. Волны. Продольные и поперечные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Звук. Источники звука. Звуковые колебания. Высота и тембр звука. Громкость звука. Распространение звука. Звуковые волны. Скорость звука. Отражение звука. Эхо. Звуковой резонанс. Интерференция звука.

Явления переноса. Теплопроводность. Уравнение теплопроводности. Стационарное распределение температуры в бесконечной плоскопараллельной пластинке, между двумя концентрическими сферами, между двумя бесконечно длинными цилиндрами. Внешняя теплопередача. Стационарное распределение температуры в тонком однородном стержне, концы которого поддерживаются при постоянных температурах, а температура окружающей среды также постоянна.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) 4: тест.

Раздел / модуль 5. Электромагнетизм. Оптика (88 часов)

Магнитное поле. Силовые линии магнитного поля. Однородное и неоднородное магнитные поля. Индукция магнитного поля. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции. Индукционный ток. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Получение и передача переменного электрического тока. Трансформатор.

Электрическое поле. Энергия электрического поля. Конденсатор. Емкость конденсатора. Соединение конденсаторов.

Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Колебательный контур. Получение электромагнитных колебаний. Принципы радиосвязи и телевидения.

Электромагнитная природа света. Шкала электромагнитных волн. Интерференция света. Законы отражения и преломления света. Абсолютный и относительный показатели преломления света. Полное внутреннее отражение света. Прохождение света через плоскопараллельную пластину и через призму. Линзы. Сферические зеркала. Построение изображения в линзах и сферических зеркалах. Глаз. Разрешающая способность глаза. Угол зрения. Приборы для его увеличения. Лупа. Микроскоп. Телескоп. Спектры поглощения и излучения. Сплошные и линейчатые спектры. Спектрограф и спектроскоп. Спектральный анализ.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) 5: тест.

Раздел / модуль 6. Физика микромира (66 часов)

Качественное отличие процессов, протекающих в микромире, мегамире и макромире. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Туннельный эффект. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Волны де-Бройля. Зависимость массы, размера и времени жизни микрочастицы от скорости ее движения относительно наблюдателя.

Модели атома. Планетарная модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Гипотеза Планка. Поглощение и испускание света. Происхождение линейчатых спектров. Объяснение спектральных серий. Недостатки модели атома Бора. Современные представления о строении атома.

Радиоактивные превращения атомных ядер. Экспериментальные методы исследования частиц. Состав атомного ядра. Массовое число. Зарядовое число. Изотопы, изотоны, изобары, изомеры. Энергия связи атомного ядра. Дефект масс. Деление ядер урана. Цепная реакция. Ядерный реактор. Принцип его действия. Атомная энергетика. Закон радиоактивного распада. Трансурановые элементы. Термоядерные реакции.

Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы. Их основные характеристики. Лептоны, мезоны и барионы. Переносчики взаимодействия. Частицы и античастицы. Кварки и глюоны. Современная классификация элементарных частиц.

Решение задач повышенной сложности, объединяющих несколько разделов физики и требующих глубокого анализа проблемы, выдвижения гипотезы, построения физической модели процесса, построения плана достижения цели и анализа полученного результата.

Космонавтика. Третья космическая скорость. Двигатели космических кораблей. Расчет оптимальной пассивной орбиты космического корабля в пределах Солнечной системы. Космические маневры на орбите.

Краткий обзор нерешенных вопросов современной физики, исследованием которых в состоянии заняться учащиеся.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) б: тест.

Третий год обучения (216 часов)

Раздел / модуль 7. Механика (62 часа)

Векторные и скалярные величины. Скалярное и векторное произведение векторов. Смешанное и двойное векторное произведение векторов. Полярные и аксиальные векторы.

Пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие величины. Понятие производной. Основные правила дифференцирования функций. Табличные производные. Экстремум. Точки перегиба кривой. Построение графиков функций.

Первообразная. Определенный интеграл. Табличные интегралы. Элементарное численное интегрирование.

Кинематика материальной точки. Способы описания движения материальной точки: векторный, координатный, естественный.

Кинематика твердого тела. Виды движения твердого тела: поступательное, вращение вокруг неподвижной оси, плоское движение, движение вокруг неподвижной точки, свободное движение. Связь между линейными и угловыми величинами. Сложение угловых скоростей.

Преобразование скорости и ускорения при переходе от одной системы отсчета к другой.

Динамика. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Основное уравнение динамики. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Принцип эквивалентности.

Закон сохранения импульса. Импульс частицы. Импульс системы. Внутренние и внешние силы. Закон сохранения импульса. Центр масс. Система центра масс. Движение тела переменной массы.

Закон сохранения энергии. Работа и мощность. Работа упругой силы. Работа однородной силы тяжести. Работа гравитационной (кулоновской) силы. Консервативные силы. Потенциальная энергия частицы в поле. Потенциальная энергия и сила поля. Кинетическая энергия частицы. Полная механическая энергия частицы. Потенциальная энергия системы. Собственная и внешняя потенциальная энергия системы. Диссипативные силы. Кинетическая энергия системы. Собственная кинетическая энергия системы. Полная механическая энергия системы во внешнем поле.

Столкновение частиц. Абсолютно упругое столкновение. Абсолютно неупругое столкновение. Импульсная диаграмма рассеяния частиц. Порог эндонергетических процессов.

Момент импульса. Момент импульса. Уравнение моментов. Момент импульса и момент силы относительно оси. Момент инерции. Закон сохранения момента импульса.

Динамика твердого тела. Условия равновесия твердого тела. Вращение вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Плоское движение твердого тела. Кинетическая энергия при плоском движении твердого тела.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) 7: тест.

Раздел / модуль 8. Теплота и молекулярная физика (88 часов)

Основы молекулярно-кинетической теории. Атомы и молекулы. Их массы и размеры. Молярная масса. Число Авогадро. Тепловое движение частиц вещества. Взаимодействие молекул и атомов. Распределение молекул по скоростям. Броуновское движение.

Свойства газов. Давление идеального газа. Температура и способы ее измерения. Абсолютный нуль. Температура как мера средней кинетической энергии молекул. Уравнение состояния идеального газа. Его опытная проверка. Изопроцессы в газах. Реальные газы. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса. Средняя длина свободного пробега. Диффузия в газах.

Агрегатные состояния и фазовые переходы. Критическая температура. Сжижение газов. Особенности жидкого состояния вещества. Твердое тело. Диаграмма состояний вещества. Тройная точка. Испарение и конденсация.

Насыщенный и ненасыщенный пар. Кипение. Зависимость температуры кипения от давления. Изотерма пара. Относительная и абсолютная влажность воздуха. Точка росы. Гигрометр.

Поверхностное натяжение жидкости. Собственная форма жидкости. Капиллярные явления. Кристаллические тела. Анизотропия кристаллов. Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Монокристаллы и поликристаллы. Механические свойства твердых тел. Деформация и напряжение. Модуль упругости. Диаграмма растяжения. Запас прочности. Получение и применение кристаллов. Кристаллизация в невесомости. Кристаллы в природе. Кристаллы и жизнь. Жидкие кристаллы и их оптические свойства.

Основы термодинамики. Термодинамическая система. Внутренняя энергия. Два способа изменения внутренней энергии. Первый закон термодинамики. Элементарная работа. Работа при циклическом процессе. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Образование облаков. Осадки. Количество теплоты и удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса. Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость многоатомных газов. Теплоемкость при постоянном объеме. Теплоемкость при постоянном давлении. Уравнение Пуассона. Недостатки классической теории теплоемкостей.

Принцип действия тепловой машины. Ее коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Необратимость тепловых процессов. Второе начало термодинамики. Устройство и принцип действия тепловых машин. Двигатель внутреннего сгорания. Двигатель Дизеля. Паровая турбина. Газовые турбины. Турбореактивный двигатель. Ракетные двигатели. Холодильные машины. Рабочий цикл холодильной машины. Холодильная машина как тепловой насос. Получение и применение низких температур. Машина Линде. Турбодетандер. Тепловые машины и охрана природы.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) 8: тест.

Раздел / модуль 9. Электромагнетизм. Физика микромира. (66 часов)

Электростатика. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Напряженность электрического поля. Однородное электрическое поле. Теорема Гаусса. Работа сил электрического поля. Потенциал электрического поля. Работа и разность потенциала. Эквипотенциальные поверхности. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Электризация тел без непосредственного контакта. Распределение зарядов в проводящих телах. Электрическое поле заряженного проводящего шара. Измерение разности потенциалов с помощью электромметра. Поляризация диэлектриков. Электронная поляризация. Ионная поляризация. Ориентационная поляризация. Электрическая емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Устройство и типы конденсаторов. Энергия электрического поля.

Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для неоднородного источника тока. Закон Ома для полной цепи. Короткое замыкание. Шунты и дополнительные сопротивления. Правила Кирхгофа. Мостик Уитстона. Работа и мощность тока.

Магнитостатика. Магнитное взаимодействие токов. Магнитное поле. Единица силы тока. Магнитная индукция. Сила Ампера. Магнитное поле тока. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Циклотрон. Магнитное поле в веществе. Парамагнетики. Диамагнетики. Ферромагнетики. Электроизмерительные приборы. Электрический двигатель постоянного тока.

Электромагнитная индукция. Индукционный ток. Закон электромагнитной индукции. ЭДС индукции в катушке. Правило Ленца. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Энергия электромагнитного поля. Электрический генератор постоянного тока. Магнитная запись информации.

Электрический ток в металлах. Природа электрического тока. Скорость распространения тока. Вывод закона Ома из электронной теории. Вольт-амперная характеристика металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Недостатки классической теории проводимости металлов.

Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Носители электрического заряда. Законы Фарадея.

Электрический ток в газах. Несамостоятельный электрический разряд. Термическая ионизация. Фотоионизация. Ионизация электронным ударом. Самостоятельный электрический разряд. Искровой разряд. Коронный разряд. Дуговой разряд. Тлеющий разряд.

Электрический ток в вакууме. Электронная эмиссия. Двухэлектродная лампа. Вакуумный триод. Электронно-лучевая трубка.

Электрический ток в полупроводниках. Полупроводники. Зависимость сопротивления проводника от внешних условий. Природа электрического тока в полупроводниках. Собственная проводимость. Донорные и акцепторные примеси. Односторонняя проводимость контактного слоя. Полупроводниковый диод. Транзистор. Включение транзистора в цепь. Усилительное действие транзистора. Микроэлектроника.

Строение атома. Свойства протонов, электронов и нейтронов. Движение частиц с релятивистскими скоростями. Релятивистский закон сложения скоростей.

Импульсная диаграмма рассеяния микрочастиц. Космические маневры. Движение тел переменной массы и космонавтика. Приливное взаимодействие на Земле и в космосе. Звздообразование в спиральных рукавах галактик. Оценка минимальной массы газопылевого облака, необходимого для образования звезды в современных условиях.

Магнитные поля Земли, планет, Солнца, Галактики. Теорема о вмороженности магнитного поля в вещество. Механизм воздействия солнечных хромосферных вспышек на процессы, происходящие на Земле.

Краткий обзор нерешенных вопросов современной физики в области нелинейной динамики и электромагнетизма, исследованием которых в состоянии заняться учащиеся.

Предполагаемые формы контроля по разделу (модулю) 9: тест.

2.3. Планируемые результаты

2.3.1. Предметные результаты и способы их проверки

В результате освоения данной программы обучающиеся к концу обучения должны

знать/понимать

- **смысл базовых физических понятий:**

- абсолютно твердое тело,
- абсолютно упругое тело,
- абсолютное пространство,
- агрегатное состояние,
- амплитуда, атом, атомное ядро,
- барион,
- броуновское движение,
- вакуум,
- вес,
- вещество,
- взаимодействие,
- волна,
- время,
- газ,
- гармонический осциллятор,
- гравитация,
- давление,
- деформируемое тело,
- диполь,
- дисперсия света,
- дифракция,
- диэлектрик,
- длина,
- жидкость,
- закон инерции,
- закон Ома,
- законы сохранения,
- заряженная частица,
- идеальная жидкость,

идеальная несжимаемая жидкость,
изотропность пространства,
импульс,
инертная масса,
инерциальная система отсчета,
интерференция,
интерференция света,
ион,
кварк-глюонная плазма,
кинетическая энергия,
кипение, коллоидные системы,
коэффициент теплового расширения,
КПД,
критическая точка,
критическое давление,
закон Кулона,
масса,
математический маятник,
материальная точка,
материя,
механизм,
механическая работа,
механическое движение,
момент времени,
момент импульса,
момент силы,
мощность,
набухание,
намагниченность,
нормальные условия,
нуклон,
однородность пространства,
отражение,
парциальное давление,
период колебаний,
период полураспада,
плавление,
плазма,
плотность,
полупроводник,
потенциальное векторное поле,
поток векторного поля,
приведенная длина,
принцип относительности,

принцип суперпозиции,
принцип наименьшего действия,
проводник,
пространство,
пространство-время,
сверхзвуковая скорость,
сверхтвердое тело,
сверхтекучесть,
свет,
свободное падение,
силовое поле,
система отсчета,
скалярная величина,
скорость,
скорость света,
спектр,
спин,
сплошная среда,
статика,
степени свободы,
струна,
сублимация,
твердое тело,
температура,
температура кипения,
температура плавления,
тепловое движение,
тепловое расширение,
теплопроводность,
теплоемкость,
термодинамическая фаза,
точечный электрический заряд,
тройная точка,
угловая частота,
удельная теплота плавления,
удельная теплоемкость,
удельный вес,
удельный объем,
уравнение состояния,
ускорение,
фазовый переход,
физический маятник,
физическое пространство,
физическое тело,

фотон,
фундаментальная частица,
фундаментальные взаимодействия,
цвет,
центр инерции,
центр масс,
частица,
частота,
электрическое напряжение,
электромагнитное излучение,
элементарная частица,
элементарная ячейка,
энергия,
энтропия.

- **смысл физических величин:** коэффициент полезного действия, внутренняя энергия, температура, количество теплоты, удельная теплоемкость, влажность воздуха, электрический заряд, сила электрического тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, работа и мощность электрического тока, фокусное расстояние линзы;
- **смысл физических законов:**
закон сохранения и превращения энергии,
закон сохранения импульса,
закон сохранения момента импульса,
закон Архимеда,
закон Всемирного тяготения,
закон Гука об упругих деформациях,
Принцип относительности Галилея,
Принцип относительности Эйнштейна,
законы динамики Ньютона,
закон Авогадро,
закон Бойля–Мариотта,
закон Гей–Люссака,
закон Дальтона,
закон Паскаля,
закон Шарля,
Начала термодинамики,
закон Ампера о взаимодействии двух проводников с током;
закон Джоуля-Ленца о тепловом действии электрического тока,
закон сохранения электрического заряда,
правило левой руки о действии магнитного поля на проводник с током;
закон Ленца, определяющее направление индукционного тока,

правило правой руки, связывающее направление индукционного тока с направлением индукции магнитного поля движущегося в нем проводника с током;

законы электролиза Фарадея;

закон электромагнитной индукции;

Ома для участка электрической цепи и для разветвленной цепи,

принцип Гюйгенса;

принцип Гюйгенса-Френеля

законы отражения света;

законы преломления света;

закон прямолинейного распространения света;

постулаты Бора.

уметь:

- **описывать и объяснять физические явления:** теплопроводность, конвекцию, излучение, испарение, конденсацию, кипение, плавление, кристаллизацию, электризацию тел, взаимодействие электрических зарядов, взаимодействие магнитов, действие магнитного поля на проводник с током, тепловое действие тока, отражение, преломление света;
- **использовать физические приборы и измерительные инструменты для измерения физических величин:** массы, длины, температуры, влажности воздуха, силы тока, напряжения, электрического сопротивления, работы и мощности электрического тока, освещенности;
- **представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости:** температуры остывающего тела от времени, силы тока от напряжения на участке цепи, угла отражения от угла падения света, угла преломления от угла падения света;
- **выражать результаты измерений и расчетов в единицах Международной системы;**
- **приводить примеры практического использования физических знаний** о механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях;
- **решать задачи** на применение изученных физических законов;
- **осуществлять самостоятельный поиск информации** естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета), ее обработку и представление в разных формах (словесно, с помощью графиков, математических символов, рисунков и структурных схем);
- **использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для:**
- **обеспечения безопасности** в процессе использования транспортных средств, бытовых приборов, электронной техники;

- **контроля за исправностью** электропроводки, водопровода, сантехники и газовых приборов в квартире;
- **рационального применения** простых механизмов,
- **подготовки к интеллектуальным соревнованиям.**

Процесс обучения предусматривает следующие **виды контроля**: вводный; текущий; рубежный; итоговый.

2.3.2. Метапредметные результаты

После изучения предложенного курса учащиеся получают прочный фундамент для дальнейшего интеллектуального развития, научатся таким универсальным учебным действиям и коммуникативных навыкам:

- структурировать и обобщать различного рода информацию и определять надежность и достоверность источника;
- сопоставить содержание указанной задачи с имеющимися знаниями и умениями;
- самостоятельно спланировать способы достижения поставленных целей, находить эффективные пути достижения результата, умение искать альтернативные нестандартные способы решения познавательных задач;
- рассматривать разные точки зрения и выбрать правильный путь реализации поставленных задач;
- почувствовать уверенность в своих силах, научатся нестандартно мыслить, аргументированно отстаивать свою точку зрения;
- работать в команде, сотрудничать, организовывать совместную деятельность с педагогом и одноклассниками;
- обнаруживать и исправлять ошибки в решениях и доказательствах;
- оценить свои действия, изменять их в зависимости от существующих требований и условий, корректировать в соответствии от ситуации;
- определять суть понятий, обобщать объекты, находить аналогии;
- устанавливать причинно-следственные связи.

Способы проверки достижения этих результатов затруднительны в условиях системы дополнительного образования и только частично могут быть проанализированы педагогом на основе итоговых (рубежных) тестов, итоговых мероприятиях (конкурсах-викторинах, интеллектуальных игр-соревнований) и на примерах успешных выступлений учащихся на олимпиадах различного уровня.

2.3.3. Личностные результаты

Личностные результаты понимаются как достижения учащихся в их личностном развитии. Готовность и способность учащихся к саморазвитию и личностному самосовершенствованию, могут быть представлены следующими компонентами:

- потребность в самореализации;

- умение определять и ставить перед собой новые учебные или познавательные задачи, расширять познавательные интересы;
- привычка самостоятельной работы, способность самим осваивать новые знания и умения;
- умение осуществлять самоконтроль, самооценку, принимать решения и осуществлять осознанный выбор в познавательной и учебной деятельности;
- проявлять толерантность, терпимость, уметь разрешать конфликтные ситуации;
- выслушивать другие мнения, а также формулировать, отстаивать и аргументировать свое мнение;
- сформировать систему знаний, представлений, способствующих раннему самоопределению и профессиональной ориентации учащихся;
- сформированность внутренней позиции, знание основных моральных норм и понимание их социальной необходимости.

Способы проверки достижения этих результатов также затруднительны в условиях системы дополнительного образования и только частично могут быть проанализированы педагогом на основе итоговых (рубежных) тестов, итоговых мероприятиях (конкурсах-викторинах, интеллектуальных игр-соревнований) и на примерах успешных выступлений учащихся на олимпиадах различного уровня. Психолого-педагогическое сопровождение (анкетирование, комплекс психодиагностических методик), проводимое по желанию учащихся и родителей, также играет в этом процессе значимую роль.

Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий, включающий формы аттестации

2.1. Календарный учебный график

Первый год обучения (144 часа)

п/п	Дата	Тема занятия	Кол-во часов	Время проведения занятия	Форма занятия	Место проведения	Форма контроля
Раздел / модуль 1. Механика (62 часа)							
1		Предмет физики. Разделы физики	2		Практ. работа	МА	практикум
2		Векторные и скалярные величины.	2		Практ. Работа	МА	практикум
3		Пространство и время – основные формы существования материи.	2		Практ. Работа	МА	практикум
4		Измерение физических величин.	2		Практ. работа	МА	практикум
5		Элементарная теория погрешностей.	2		Практ. Работа	МА	практикум
6		Механическое движение.	2		Практ. Работа	МА	практикум
7		Основные разделы механики. Материальная точка.	2		Практ. Работа	МА	практикум
8		Траектория. Перемещение.	2		Практ. Работа	МА	практикум
9		Скорость (мгновенная, средняя, путевая).	2		Практ. Работа	МА	практикум
10		Ускорение.	2		Практ. Работа	МА	практикум
11		Инерция.	2		Практ. работа	МА	практикум
12		Кинематика равномерного прямолинейного движения материальной точки.	2		Практ. Работа	МА	практикум
13		Графики движения.	2		Практ. Работа	МА	практикум
14		Взаимодействие тел. Законы динамики.	2		Практ. Работа	МА	практикум
15		Принцип относительности.	2		Практ. работа	МА	практикум
16		Масса тела. Плотность вещества.	2		Практ. Работа	МА	практикум
17		Сила. Сила упругости. Закон Гука. Динамометр.	2		Практ. работа Практ. работа	МА	практикум

18		Явление тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Невесомость.	2		Практ. Работа	МА	практикум
19		Равнодействующая сил.	2		Практ. Работа	МА	практикум
20		Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Трение качения.	2		Практ. Работа	МА	практикум
21		Давление твердых, жидких и газообразных тел. Закон Паскаля.	2		Практ. работа	МА	практикум
22		Давление жидкости на дно и стенки сосуда. Гидростатический парадокс.	2		Практ. Работа	МА	практикум
23		Сообщающиеся сосуды. Атмосферное давление.	2		Практ. Работа	МА	практикум
24		Поршневой жидкостный насос.	2		Практ. Работа	МА	практикум
25		Архимедова сила. Плавание тел.	2		Практ. работа	МА	практикум
26		Центр тяжести тела. Условия равновесия тел.	2		Практ. Работа	МА	практикум
27		Механическая работа. Мощность. Момент силы. Простые механизмы.	2		Практ. Работа	МА	практикум
28		Коэффициент полезного действия механизма.	2		Практ. Работа	МА	практикум
29		Энергия. Потенциальная и кинетическая энергия. Превращение одного вида механической энергии в другой.	2		Практ. работа	МА	практикум
30		Решение задач	2		Практ. Работа	МА	практикум
31		Контроль знаний	2		Практ. Работа	МА	практикум
Раздел / модуль 2. Теплота и молекулярная физика (16 часов)							
32		Количество теплоты. Внутренняя энергия.	2		Практ. Работа	МА	практикум
33		Работа. Единицы измерения. Способы изменения внутренней энергии тела.	2		Практ. Работа	МА	практикум
34		Конвекция и излучение. Примеры теплопроводности в природе и технике.	2		Практ. Работа	МА	практикум
35		Переход вещества из одного агрегатного состояния в другое.	2		Практ. работа	МА	практикум

36		Удельная теплоемкость. Удельная теплота сгорания топлива. Удельная теплота плавления. Удельная теплота парообразования.	2		Практ. Работа	МА	практикум
37		Закон сохранения энергии в механических и тепловых процессах.	2		Практ. Работа	МА	практикум
38		Работа пара и газа при расширении. Двигатель внутреннего сгорания. Паровая турбина. КПД теплового двигателя.	2		Практ. Работа	МА	практикум
39		Контроль знаний	2		Практ. работа	МА	практикум
Раздел / модуль 3. Электромагнетизм. Оптика (66 часов)							
40		Электризация тел. Два рода зарядов.	2		Практ. Работа	МА	практикум
41		Проводники, полупроводники и диэлектрики.	2		Практ. Работа	МА	практикум
42		Электрическое поле.	2		Практ. Работа	МА	практикум
43		Дискретность электрических зарядов. Электрон. Строение атомов. Объяснение электрических явлений	2		Практ. работа	МА	практикум
44		Электрический ток. Источники электрического тока.	2		Практ. Работа	МА	практикум
45		Электрическая цепь и ее составные части.	2		Практ. Работа	МА	практикум
46		Действия электрического тока. Направление электрического тока.	2		Практ. Работа	МА	практикум
47		Сила тока.	2		Практ. работа	МА	практикум
48		Электрическое напряжение.	2		Практ. Работа	МА	практикум
49		Электрическое сопротивление.	2		Практ. Работа	МА	практикум
50		Закон Ома для участка цепи.	2		Практ. Работа	МА	практикум
51		Расчет сопротивления проводника.	2		Практ. работа	МА	практикум
52		Последовательное и параллельное соединение проводников.	2		Практ. Работа	МА	практикум

53		Работа и мощность электрического тока.	2		Практ. Работа	МА	практикум
54		Магнитное поле. Магнитные силовые линии.	2		Практ. Работа	МА	практикум
55		Действие магнитного поля на проводник с током. Электрический двигатель	2		Практ. работа	МА	практикум
56		Свет. Источники света. Распространение света.	2		Практ. Работа	МА	практикум
57		Отражение света. Законы отражения света.	2		Практ. Работа	МА	практикум
58		Плоское зеркало. Зеркальное и рассеянное отражение.	2		Практ. Работа	МА	практикум
59		Преломление света. Законы преломления света.	2		Практ. работа	МА	практикум
60		Линзы. Основные характеристики тонкой линзы. Построение изображений, даваемых линзой. Определение фокусного расстояния тонкой линзы.	2		Практ. Работа	МА	практикум
61		Фотоаппарат. Глаз и зрение.	2		Практ. Работа	МА	практикум
62		Строение атомов.	2		Практ. Работа	МА	практикум
63		Электромагнитная связь солнечных и земных явлений	2		Практ. работа	МА	практикум
64		Краткий обзор нерешенных вопросов современной физики	2		Практ. Работа	МА	практикум
65		Решение задач	2		Практ. Работа	МА	практикум
66		Решение задач	2		Практ. Работа	МА	практикум
67		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
68		Решение задач	2		Практ. Работа	МА	практикум
69		Решение задач	2		Практ. Работа	МА	практикум
70		Решение задач	2		Практ. Работа	МА	практикум
71		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
72		Контроль знаний	2		Практ. Работа	МА	практикум
	ИТОГО		144				

Второй год обучения (216 часов)

п/п	Дата	Тема занятия	Кол-во часов	Время проведения занятия	Форма занятия	Место проведения	Форма контроля
Раздел / модуль 4. Механика. Теплота и молекулярная физика (62 часа)							
1		Векторные и скалярные величины. Определение вектора. Сложение векторов. Проекция вектора на выбранное направление.	2		Практ. работа	МА	практикум
2		Скалярное произведение векторов. Разложение вектора на составляющие. Основные тригонометрические функции и формулы. Скорость и сила – векторные величины.	2		Практ. работа	МА	практикум
3		Основные задачи механики. Материальная точка. Система отсчета. Перемещение. Перемещение при прямолинейном движении.	2		Практ. работа	МА	практикум
4		Прямолинейное равноускоренное движение. Графики скорости и пути.	2		Практ. работа	МА	практикум
5		Относительность движения. Инерциальные системы отсчета.	2		Практ. работа	МА	практикум
6		Законы Ньютона.	2		Практ. работа	МА	практикум
7		Свободное падение тел. Движение тела, брошенного вертикально вверх.	2		Практ. работа	МА	практикум
8		ускорение свободного падения тела на Земле и других небесных телах.	2		Практ. работа	МА	практикум
9		Прямолинейное и криволинейное движение. Движение тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.	2		Практ. работа	МА	практикум
10		Движение искусственных спутников Земли. Космические скорости.	2		Практ. работа	МА	практикум
11		Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.	2		Практ. работа	МА	практикум
12		Закон сохранения механической энергии	2		Практ. работа	МА	практикум
13		Колебательное движение	2		Практ. работа	МА	практикум

14		Гармонические колебания. Математический маятник.	2		Практ. работа	МА	практикум
15		Волны. Продольные и поперечные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Звук.	2		Практ. работа	МА	практикум
16		Явления переноса. Теплопроводность. Уравнение теплопроводности.	2		Практ. работа	МА	практикум
17		Внешняя теплопередача.	2		Практ. работа	МА	практикум
18		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
19		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
20		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
21		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
22		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
23		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
24		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
25		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
26		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
27		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
28		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
29		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
30		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
31		Контроль знаний	2		Практ. работа	МА	Тест
Раздел / модуль 5. Электромагнетизм. Оптика (88 часов)							
32		Магнитное поле. Силовые линии магнитного поля.	2		Практ. работа	МА	практикум
33		Однородное и неоднородное магнитные поля.	2		Практ. работа	МА	практикум
34		Индукция магнитного поля.	2		Практ. работа	МА	практикум
35		Магнитный поток.	2		Практ. работа	МА	практикум
36		Явление электромагнитной	2		Практ.	МА	практикум

		индукции.			работа		
37		Индукционный ток. Правило Ленца.	2		Практ. работа	МА	практикум
38		Явление самоиндукции. Получение и передача переменного электрического тока.	2		Практ. работа	МА	практикум
39		Трансформатор	2		Практ. работа	МА	практикум
40		Электрическое поле. Энергия электрического поля.	2		Практ. работа	МА	практикум
41		Конденсатор. Емкость конденсатора. Соединение конденсаторов.	2		Практ. работа	МА	практикум
42		Электромагнитное поле. Электромагнитные волны.	2		Практ. работа	МА	практикум
43		Колебательный контур. Получение электромагнитных колебаний. Принципы радиосвязи и телевидения	2		Практ. работа	МА	практикум
44		Электромагнитная природа света.	2		Практ. работа	МА	практикум
45		Шкала электромагнитных волн.	2		Практ. работа	МА	практикум
46		Интерференция света.	2		Практ. работа	МА	практикум
47		Законы отражения и преломления света.	2		Практ. работа	МА	практикум
48		Абсолютный и относительный показатели преломления света. Полное внутреннее отражение света.	2		Практ. работа	МА	практикум
49		Прохождение света через плоскопараллельную пластину и через призму.	2		Практ. работа	МА	практикум
50		Линзы.	2		Практ. ра	МА	практикум
51		Сферические зеркала.	2		Практ. работа	МА	практикум
52		Построение изображения в линзах и сферических зеркалах.	2		Практ. работа	МА	практикум
53		Глаз. Разрешающая способность глаза. Угол зрения.	2		Практ. работа	МА	практикум
54		Приборы для его увеличения. Лупа. Микроскоп. Телескоп.	2		Практ. работа	МА	практикум
55		Спектры поглощения и излучения. Сплошные и линейчатые спектры. Спектрограф и спектроскоп.	2		Практ. работа	МА	практикум

		Спектральный анализ.					
56		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
57		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
58		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
59		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
60		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
61		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
62		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
63		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
64		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
65		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
66		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
67		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
68		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
69		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
70		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
71		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
72		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
73		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
74		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
75		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
Раздел / модуль 6. Физика микромира (66 часов)							
76		Качественное отличие процессов, протекающих в микромире, мегамире и макромире.	2		Практ. работа	МА	практикум
77		Соотношение неопределенностей Гейзенберга	2		Практ. работа	МА	практикум
78		Туннельный эффект.	2		Практ.	МА	практикум

		Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц.			работа		
79		Волны де-Бройля.	2		Практ. работа	МА	практикум
80		Зависимость массы, размера и времени жизни микрочастицы от скорости ее движения относительно наблюдателя.	2		Практ. работа	МА	практикум
81		Модели атома. Планетарная модель атома Резерфорда.	2		Практ. работа	МА	практикум
82		Постулаты Бора. Гипотеза Планка.	2		Практ. работа	МА	практикум
83		Поглощение и испускание света.	2		Практ. работа	МА	практикум
84		Происхождение линейчатых спектров. Объяснение спектральных серий.	2		Практ. работа	МА	практикум
85		Недостатки модели атома Бора. Современные представления о строении атома.	2		Практ. работа	МА	практикум
86		Радиоактивные превращения атомных ядер. Экспериментальные методы исследования частиц.	2		Практ. работа	МА	практикум
87		Состав атомного ядра. Массовое число. Зарядовое число. Изотопы, изотоны, изобары, изомеры.	2		Практ. работа	МА	практикум
88		Энергия связи атомного ядра. Дефект масс.	2		Практ. работа	МА	практикум
89		Деление ядер урана. Цепная реакция. Ядерный реактор. Принцип его действия.	2		Практ. работа	МА	практикум
90		Атомная энергетика. Закон радиоактивного распада. Трансурановые элементы. Термоядерные реакции.	2		Практ. работа	МА	практикум
91		Фундаментальные взаимодействия.	2		Практ. работа	МА	практикум
92		Элементарные частицы. Их основные характеристики. Лептоны, мезоны и барионы.	2		Практ. работа	МА	практикум
93		Переносчики взаимодействия. Частицы и античастицы. Кварки и глюоны. Современная классификация элементарных частиц.	2		Практ. работа	МА	практикум
94		Космонавтика. Третья	2		Практ.	МА	практикум

		космическая скорость. Двигатели космических кораблей. Расчет оптимальной пассивной орбиты космического корабля в пределах Солнечной системы. Космические маневры на орбите.			работа		
95		Краткий обзор нерешенных вопросов современной физики, исследованием которых в состоянии заняться учащиеся.	2		Практ. работа	МА	практикум
96		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
97		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
98		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
99		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
100		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
101		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
102		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
103		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
104		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
105		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
106		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
107		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
108		Контроль знаний	2		Практ. работа	МА	Тест
	ИТОГО		216				

Третий год обучения (216 часов)

п/п	Дата	Тема занятия	Кол-во часов	Время проведения занятия	Форма занятия	Место проведения	Форма контроля
Раздел / модуль 7. Механика (62 часа)							
1		Векторные и скалярные величины. Скалярное и векторное произведение векторов. Смешанное и двойное векторное произведение векторов. Полярные и аксиальные векторы.	2		Практ. работа	МА	практикум
2		Пределы. Бесконечно малые и бесконечно большие величины.	2		Практ. работа	МА	практикум
3		Понятие производной. Основные правила дифференцирования функций.	2		Практ. работа	МА	практикум
4		Табличные производные. Экстремум.	2		Практ. работа	МА	практикум
5		Точки перегиба кривой. Построение графиков функций.	2		Практ. работа	МА	практикум
6		Первообразная. Определенный интеграл. Табличные интегралы. Элементарное численное интегрирование.	2		Практ. работа	МА	практикум
7		Кинематика материальной точки.	2		Практ. работа	МА	практикум
8		Кинематика твердого тела. Виды движения твердого тела: поступательное, вращение вокруг неподвижной оси, плоское движение, движение вокруг неподвижной точки, свободное движение.	2		Практ. работа	МА	практикум
9		Связь между линейными и угловыми величинами. Сложение угловых скоростей. Преобразование скорости и ускорения при переходе от одной системы отсчета к другой.	2		Практ. работа	МА	практикум
10		Динамика. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета.	2		Практ. работа	МА	практикум

11		Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Основное уравнение динамики. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Принцип эквивалентности.	2		Практ. работа	МА	практикум
12		Закон сохранения импульса. Импульс частицы. Импульс системы. Внутренние и внешние силы. Закон сохранения импульса.	2		Практ. работа	МА	практикум
13		Центр масс. Система центра масс. Движение тела переменной массы.	2		Практ. работа	МА	практикум
14		Закон сохранения энергии. Работа и мощность.	2		Практ. работа	МА	практикум
15		Работа упругой силы. Работа однородной силы тяжести. Работа гравитационной (кулоновской) силы. Консервативные силы.	2		Практ. работа	МА	практикум
16		Потенциальная энергия частицы в поле. Потенциальная энергия и сила поля. Кинетическая энергия частицы. Полная механическая энергия частицы. Потенциальная энергия системы.	2		Практ. работа	МА	практикум
17		Собственная и внешняя потенциальная энергия системы. Диссипативные силы. Кинетическая энергия системы. Собственная кинетическая энергия системы. Полная механическая энергия системы во внешнем поле.	2		Практ. работа	МА	практикум
18		. Столкновение частиц. Абсолютно упругое столкновение. Абсолютно неупругое столкновение.	2		Практ. работа	МА	практикум
19		Импульсная диаграмма рассеяния частиц. Порог эндонергетических процессов.	2		Практ. работа	МА	практикум
20		Момент импульса. Момент	2		Практ. работа	МА	практикум

		импульса. Уравнение моментов. Момент импульса и момент силы относительно оси. Момент инерции. Закон сохранения момента импульса.					
21		Динамика твердого тела. Условия равновесия твердого тела. Вращение вокруг неподвижной оси.	2		Практ. работа	МА	практикум
22		Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Плоское движение твердого тела. Кинетическая энергия при плоском движении твердого тела.	2		Практ. работа	МА	практикум
23		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
24		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
25		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
26		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
27		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
28		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
29		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
30		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
31		Контроль знаний	2		Практ. работа	МА	Тест
Раздел / модуль 8. Теплота и молекулярная физика (88 часов)							
32		Основы молекулярно-кинетической теории. Атомы и молекулы. Их массы и размеры. Молярная масса. Число Авогадро.	2		Практ. работа	МА	практикум
33		Тепловое движение частиц вещества. Взаимодействие молекул и атомов. Распределение молекул по скоростям. Броуновское движение.	2		Практ. работа	МА	практикум
34		Свойства газов. Давление идеального газа. Температура и способы ее измерения. Абсолютный нуль. Температура как мера	2		Практ. работа	МА	практикум

		средней кинетической энергии молекул.					
35		Уравнение состояния идеального газа. Его опытная проверка. Изопроеессы в газах. Реальные газы. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса. Средняя длина свободного пробега. Диффузия в газах.	2		Практ. работа	МА	практикум
36		Агрегатные состояния и фазовые переходы. Критическая температура. Сжижение газов. Особенности жидкого состояния вещества. Твердое тело.	2		Практ. работа	МА	практикум
37		Диаграмма состояний вещества. Тройная точка. Испарение и конденсация. Насыщенный и ненасыщенный пар.	2		Практ. работа	МА	практикум
38		Кипение. Зависимость температуры кипения от давления. Изотерма пара. Относительная и абсолютная влажность воздуха. Точка росы. Гигрометр.	2		Практ. работа	МА	практикум
39		Поверхностное натяжение жидкости. Собственная форма жидкости. Капиллярные явления. Кристаллические тела. Анизотропия кристаллов.	2		Практ. работа	МА	практикум
40		Пространственная решетка. Элементарная ячейка. Монокристаллы и поликристаллы. Механические свойства твердых тел. Деформация и напряжение. Модуль упругости. Диаграмма растяжения.	2		Практ. работа	МА	практикум
41		Запас прочности. Получение и применение кристаллов.	2		Практ. работа	МА	практикум
42		Кристаллизация в невесомости. Кристаллы в природе. Кристаллы и жизнь. Жидкие кристаллы и их оптические свойства.	2		Практ. работа	МА	практикум
43		Термодинамическая система.	2		Практ.	МА	практикум

		Внутренняя энергия. Два способа изменения внутренней энергии.			работа		
44		Первый закон термодинамики. Элементарная работа. Работа при циклическом процессе.	2		Практ. работа	МА	практикум
45		Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Образование облаков. Осадки.	2		Практ. работа	МА	практикум
46		Количество теплоты и удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса.	2		Практ. работа	МА	практикум
47		Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость многоатомных газов.	2		Практ. работа	МА	практикум
48		Теплоемкость при постоянном объеме. Теплоемкость при постоянном давлении. Уравнение Пуассона. Недостатки классической теории теплоемкостей.	2		Практ. работа	МА	практикум
49		Принцип действия тепловой машины. Ее коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Необратимость тепловых процессов.	2		Практ. работа	МА	практикум
50		Второе начало термодинамики. Устройство и принцип действия тепловых машин.	2		Практ. работа	МА	практикум
51		Двигатель внутреннего сгорания. Двигатель Дизеля. Паровая турбина. Газовые турбины. Турбореактивный двигатель. Ракетные двигатели.	2		Практ. работа	МА	практикум
52		Холодильные машины. Рабочий цикл холодильной машины. Холодильная машина как тепловой насос.	2		Практ. работа	МА	практикум
53		Получение и применение низких температур. Машина Линде. Турбодетандер. Тепловые машины и охрана природы.	2		Практ. работа	МА	практикум
54		Решение задач	2		Практ.	МА	практикум

					работа		
55		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
56		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
57		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
58		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
59		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
60		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
61		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
62		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
63		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
64		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
65		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
66		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
67		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
68		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
69		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
70		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
71		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
72		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
73		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
74		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
75		Контроль знаний	2		Практ. работа	МА	Тест
Раздел / модуль 9. Электромагнетизм. Физика микромира. (66 часов)							
76		Электростатика. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.	2		Практ. работа	МА	практикум
77		Принцип суперпозиции. Напряженность электрического поля.	2		Практ. работа	МА	практикум
78		Однородное электрическое	2		Практ.	МА	практикум

		поле. Теорема Гаусса.			работа		
79		Работа сил электрического поля. Потенциал электрического поля.	2		Практ. работа	МА	практикум
80		Работа и разность потенциала. Эквипотенциальные поверхности. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.	2		Практ. работа	МА	практикум
81		Электризация тел без непосредственного контакта. Распределение зарядов в проводящих телах. Электрическое поле заряженного проводящего шара.	2		Практ. работа	МА	практикум
82		Измерение разности потенциалов с помощью электрометра. Поляризация диэлектриков. Электронная поляризация. Ионная поляризация. Ориентационная поляризация.	2		Практ. работа	МА	практикум
83		Электрическая емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Устройство и типы конденсаторов. Энергия электрического поля.	2		Практ. работа	МА	практикум
84		Постоянный электрический ток. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома для неоднородного источника тока.	2		Практ. работа	МА	практикум
85		Закон Ома для полной цепи. Короткое замыкание. Шунты и дополнительные сопротивления. Правила Кирхгофа. Мостик Уитстона.	2		Практ. работа	МА	практикум
86		Магнитостатика. Магнитное взаимодействие токов. Магнитное поле. Единица силы тока. Магнитная индукция.	2		Практ. работа	МА	практикум
87		Сила Ампера. Магнитное поле тока. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Циклотрон.	2		Практ. работа	МА	практикум
88		Магнитное поле в веществе.	2		Практ.	МА	практикум

		Парамагнетики. Диамангнетики. Ферромагнетики. Электроизмерительные приборы. Электрический двигатель постоянного тока.			работа		
89		Электромагнитная индукция.	2		Практ. работа	МА	практикум
90		Электрический ток в металлах.	2		Практ. работа	МА	практикум
91		Электрический ток в растворах и расплавах электролитов.	2		Практ. работа	МА	практикум
92		Электрический ток в газах.	2		Практ. работа	МА	практикум
93		Электрический ток в вакууме.	2		Практ. работа	МА	практикум
94		Электрический ток в полупроводниках.	2		Практ. работа	МА	практикум
95		Строение атома. Свойства протонов, электронов и нейтронов	2		Практ. работа	МА	практикум
96		Импульсная диаграмма рассеяния микрочастиц.	2		Практ. работа	МА	практикум
97		Космические маневры. Движение тел переменной массы и космонавтика. Приливное взаимодействие на Земле и в космосе.	2		Практ. работа	МА	практикум
98		Звездообразование в спиральных рукавах галактик. Оценка минимальной массы газопылевого облака, необходимого для образования звезды в современных условиях.	2		Практ. работа	МА	практикум
99		Магнитные поля Земли, планет, Солнца, Галактики. Теорема о вращении магнитного поля в веществе. Механизм воздействия солнечных хромосферных вспышек на процессы, происходящие на Земле.	2		Практ. работа	МА	практикум
100		Краткий обзор нерешенных вопросов современной физики в области нелинейной динамики и электромагнетизма, исследованием которых в	2		Практ. работа	МА	практикум

		состоянии заняться учащиеся.					
101		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
102		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
103		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
104		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
105		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
106		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
107		Решение задач	2		Практ. работа	МА	практикум
108		Контроль знаний	2		Практ. работа	МА	Тест
	ИТОГО		216				

2.2. Условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение

Занятия проводятся в кабинете, оборудованном партами и стульями на 12 посадочных мест, маркерная доска, имеется рабочее место преподавателя с ПК, 7 ПК для работы учеников, мультимедийная установка с экраном. Все компьютеры имеют выход в Интернет.

Средства, необходимые для реализации программы:

- Рычажные весы с разновесами (7 комплектов)
- Демонстрационный динамометр
- Ведро Архимеда
- Демонстрационный прибор «Ванна волновая»
- Камертоны на резонирующих ящиках с молоточком
- Комплект для демонстраций по механике на воздушной подушке
- Комплект приборов и принадлежностей для демонстрации звуковых волн
- Комплект пружин
- Нагнетатель воздуха
- Набор грузов по механике
- Набор капиллярных трубок
- Прибор для демонстрации плавания тел
- Пружина для демонстрации продольных волн
- Пружина для демонстрации свойств волны
- Сообщающиеся сосуды.
- Шар Паскаля
- Трубка Ньютона

Модель гидравлического пресса
Набор для изучения поверхностного натяжения жидкости
Набор для изучения теплового расширения
Набор тел для калориметрии
Механическая модель Броуновского движения
Модель парового двигателя
Модель теплового предохранителя
Модель элементарных тепловых решеток металлов
Прибор для демонстрации теплопроводности
Прибор для изучения газовых законов с манометром
Цилиндры свинцовые со стругом
Генератор Ван де Граафа
Звонок электрический демонстрационный
Конденсатор с индикацией наличия заряда
Комплект полосовых и дугообразных магнитов
Комплект приборов для опытов по электростатике
Комплект приборов и принадлежностей для демонстрации свойств электромагнитных волн
Комплект сильных магнитов лабораторный
Магнитный порошок
Набор для демонстрации объемных спектров постоянных магнитов
Набор для демонстрации спектров магнитного поля тока
Планшет с магнитными стрелками
Модель электродвигателя
Потенциометр 0–6 Ом
Прибор для демонстрации силы Ампера
Стрелки магнитные на штативах (пара)
Электромагнит разборной
Демонстрационный набор по геометрической оптике
Набор спектральных трубок
Прибор для демонстрации силы Лоренца и определения соотношения «заряд–масса электрона»

Учебно-методическое обеспечение

В кабинете имеются учебные пособия, раздаточный материал, отобранный автором, а также презентации на некоторые темы и итоговые (игровые) мероприятия.

Средства, необходимые для реализации программы:

- Журнал «Земля и Вселенная»
- Журнал «Квант»
- Компьютерная экспертно-обучающая система

Информационное обеспечение

Мультимедийная установка с экраном, подключённая к ПК педагога, все компьютеры в кабинете имеют выход в Интернет.

Кадровое обеспечение

Образовательный процесс по данной программе обеспечивается педагогическими кадрами, соответствующими требованиям профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (приказ Минтруда РФ от 05.05.2018 № 298Н), в том числе имеющими: высшее педагогическое или высшее образование, соответствующее профилю программы; опыт организации деятельности учащихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы; опыт организации досуговой деятельности учащихся в процессе реализации программы; опыт разработки дополнительных общеобразовательных программ; опыт работы с одарёнными детьми; опыт подготовки участников предметных олимпиад и научных конференций для школьников; опыт проектирования индивидуальных образовательных маршрутов. Желательно наличие у педагога высшей или первой квалификационной категории.

2.3. Формы контроля и аттестации учащихся

Программа является контролируемой, поскольку обладает достаточной для проведения контроля: ориентационностью, систематичностью, иерархичностью описания включенных в нее знаний; четкой структурой устных и письменных творческих работ; конкретностью критериев оценки успешности; конкретностью определения результатов подготовки по каждой из основных тем и по программе в целом.

Диагностика освоения программы демонстрирует эффективность программы в двух аспектах: личностном, или внутреннем (изменение личностных качеств ребенка, его знаний, умений, навыков); внешнем (участие в различных интеллектуальных мероприятиях, внешняя оценка достижений ребенка в форме сертификатов, дипломов, грамот и т.д.)

Принципы организации диагностики: создание для ребенка ситуации успеха и уверенности; сотрудничество ребенка и взрослого; создание для ребенка условий, в которых он может выбирать уровень сложности контрольного задания, а также форму проведения диагностики; учет временного фактора в зависимости от индивидуальных возможностей ребенка; логическая обусловленность своевременности диагностики; соблюдение принципа гуманизации при проведении диагностики; поощрение ребенка.

Формы контроля: тест, собеседование, доклад на занятии, участие в олимпиадах, доклад на научно-творческой конференции регионального, федерального и международного уровней.

№ п/п	Виды контроля	Цель организации контроля	Формы организации контроля
1	Предварительный (вводный контроль)	Выявление имеющихся знаний и умений учащихся, определение области их познавательных интересов и возможностей	Диагностическое анкетирование, собеседование с учащимися и их родителями
2	Текущий контроль	Проверка усвоения материала (предыдущего и изучаемого)	Творческие задания, индивидуальный устный контроль, тесты достижений, кроссворды
3	Тематический (рубежный) контроль	Выявление уровня знаний, умений и навыков, учащихся по разделам программы каждого года обучения	Индивидуальный контроль, тесты, доклад на занятии, составление учащимися графа понятий из данной темы и далее на основе его физического кроссворда
4.	Итоговый контроль по изучаемой глобальной теме года.	Выявление приобретенных практических умений и навыков и элементов исследовательской деятельности, учащихся в конце каждого учебного года	Защита индивидуальных исследовательских работ на научно-исследовательской конференции, участие в интеллектуальном марафоне, физических олимпиадах

2.4. Оценочные материалы

Тесты, мини-олимпиады.

Формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы в конце каждого года обучения: интеллектуальный марафон, учебно-исследовательская конференция.

Ожидаемые результаты у детей в результате реализации программы:

- умение представлять в различных формах результаты своих исследований;

- умение обрабатывать результаты измерений и наблюдений;
- приобретение чувства ответственности за принятые решения перед обществом и природой;
- сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой;
- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умение обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- сформированность умения решать физические задачи;
- сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и принятия практических решений в повседневной жизни;
- сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- сформированность системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях;
- сформированность умения исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств;
- приобретенные исследовательские навыки подтверждаются дипломами и грамотами победителей и лауреатов районных, зональных, городских, краевых, российских и международных физических олимпиад, и научно-творческих конференций школьников.
- владение умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;
- владение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата;
- сформированность умений прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности.

2.5. Методические материалы и рекомендации

Методы организации и осуществления учебной деятельности:

- словесные (лекция, семинар, мастер-класс);
- наглядные (чертежи, презентации);
- практические методы самостоятельной работы и работы под руководством преподавателя (решение задач в группе, самостоятельные упражнения, индивидуальные консультации);
- репродуктивные и проблемно-поисковые (от частного к общему и наоборот).

Методы стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности:

- стимулирования и мотивации интереса к обучению;
- мотивация долга и ответственности в процессе обучения.

Методы контроля и самоконтроля за эффективностью учебно-познавательной деятельности:

- методы устного контроля и самоконтроля;
- методы письменного контроля и самоконтроля;
- методы практического контроля и самоконтроля.

В ходе реализации обучения по программе используются следующие образовательные технологии:

- технология группового обучения;
- технология проблемного обучения;
- технология коллективного взаимообучения;
- технология дифференцированного и разноуровневого обучения;
- технология дистанционного обучения;
- здоровьесберегающие технологии.

Организация учебных занятий проводится в следующих формах:

- лекция;
- семинар;
- практическое занятие;
- мастер-класс;
- «мозговой штурм»;
- олимпиада;
- презентация.

2.6. Список литературы, используемой педагогом

1. Горячкин Е.Н. Методика обучения физике
2. Том 1. Общие вопросы методики. М. – 1948
3. Том 2. Методика и техника эксперимента. М. – 1948
4. Том 3. Основные детали упрощенных и самодельных приборов. М. – 1953
5. Том 4. Рисунки и чертежи. М. 1955
6. Браверман Э.М. Вечера по физике в средней школе. М. – Просвещение, 1969
7. Коган Б.Ю. Размерность физической величины. М. – 1968
8. Ланина И.Я. 100 игр по физике. М. 1995
9. Ланина И.Я. Внеклассная работа по физике. М. – 1977
10. Лермантов В.В. Методика физики. М. 1935
11. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе физики. М. – 1977
12. Методический справочник учителя физики. М. – 2003
13. Нестандартные уроки физики. Сост. С.В. Борброва. Волгоград, – 2000
14. Орехов В.П., Усова А.В. Методика преподавания физики. М. 1980
15. Орехов В.П. – Колебания и волны в курсе физики средней школы – М. – 1977
16. Сергеев А.В. Наблюдения учащихся при изучении физики на первой ступени обучения. К. – 1987
17. Шаталов В.Ф. Физика на всю жизнь. М. – Спб, 2003
18. Камецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе. М. – 1971
19. Семке А.И. Нестандартные задачи по физике (В помощь учителю) – М. – 2007

2.7. Список литературы, рекомендуемой учащимся и родителям

1. Аганов А.В., Сафиуллин Р.К., Скворцов А.И., Таюрский Д.А. Физика вокруг нас: качественные задачи по физике. Около 1500 задач с подробными решениями. 2015.
2. Альминдеров В.В. 100 и одна главная задача по физике. Сборник задач по физике. 1 часть. М.: МИФИ, 2001. 80 с.
3. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. М.: URSS, 2006. 216 с.
4. Асламазов Л.Г., Варламов А.А. Удивительная физика. М.: «Добросвет», 2002. 236 с.
5. Боданис Д. $E = mc^2$: Биография самого знаменитого уравнения в мире. «Колибри», 2009.
6. Боданис Д. Электрическая Вселенная. Невероятная, но подлинная история электричества. «Колибри», 2009.
7. Брукс М. Тринадцать вещей, в которых нет ни малейшего смысла. 2012.
8. Вайнберг С. Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых окончательных законов природы. Пер. с англ. Изд. 2. М.: URSS, 2008. 256 с.
9. Виленкин А. Мир многих миров. Физики в поисках параллельных Вселенных. Астрель, 2010.
10. Грин Б. Ткань космоса. Пространство, время и текстура реальности. «Либроком», 2009.
11. Грин Б.: Элегантная Вселенная: Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. Изд. 4. М.: URSS, 2008. 408 с.
12. Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. КомКнига, 2007.
13. Грин Б. Скрытая реальность. Параллельные миры и глубинные законы космоса. «Либроком», 2012.
14. Губсер С. Маленькая книга о большой теории струн. «Питер», 2015.
15. Варламов С.Д., Зинковский В.И., Семёнов М.В., Старокуров Ю.В., Шведов О.Ю., Якута А.А. Задачи Московских городских олимпиад по физике. 1986 – 2005. Приложение: олимпиады 2006 и 2007. (изд. 2-е, испр. и доп.) / Под ред. Семёнова М.В., Якуты А.А. – М.: Изд-во МЦНМО, 2007. – 696 с.
16. Всероссийские олимпиады по физике. 1992-2004/Под ред. С. М. Козела, В. П. Слободянина. – 2-е изд., доп. – М.: Вербум-М, 2005. – 534 с.
17. Гартман Э. Занимательная физика, или физика во время прогулки. «Либроком», 2011.
18. Гольдфарб Н.И. Физика. Задачник 9–11 классы. Серия: Задачники «Дрофы». Изд. Дрофа, 2003 г.
19. Григорьев Ю.М., Муравьев В.М., Потапов В.Ф. Олимпиадные задачи по физике. Международная олимпиада «Туймаада» М.: МЦНМО, 2007.
20. Джонс М.Д., Флакман Л. Физика «невероятного» времени. АСТ, 2014.

21. Джонсон Д. Десять самых красивых экспериментов в истории науки. «Колибри», 2009.
22. Дойч Д. Структура реальности. «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
23. Закгелъм А.Ю. Системность – симметрия, эволюция в физике, химии, биологии. «Либроком», 2012.
24. Каганов М.И. Электроны, фононы, магноны.» ЛКИ», 2008.
25. Касьянов В.А. Физика. 10 класс. Углубленный уровень. Учебник. Вертикаль. ФГОС. Изд. Дрофа, 2015.
26. Каку М. Параллельные миры. «София», 2008.
27. Каку М. Физика невозможного. 2009.
28. Каку М. Физика будущего. АНФ, 2012.
29. Каку М. Гиперпространство. Научная одиссея через параллельные миры, черные дыры и другие измерения. АНФ, 2014.
30. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика: Нелинейность времени и ландшафты коэволюции. Серия «Синергетика: От прошлого к будущему». М.: URSS, 2007. 272 с.
31. Крылов Г.А. Великие изобретения и открытия. Школьный путеводитель. 2008.
32. Ланге В.Н. Физические опыты и наблюдения в домашней обстановке. «Либроком», 2010.
33. Ланге В.Н. Физические парадоксы, софизмы и занимательные задачи. «Либроком», 2009.
34. Линкольн Д. Большой адронный коллайдер. На квантовом рубеже. «Попурри», 2011.
35. Пенроуз Р. Путь к реальности, или законы, управляющие Вселенной. Полный путеводитель. М.: URSS, 2007. 912 с.
36. Перельман Я.И. Занимательная физика. АСТ, 2007.
37. Перельман Я.И. Занимательная механика. Знаете ли вы физику? АСТ, 2006.
38. Петров А.Н. Гравитация: От хрустальных сфер до кротовых нор «Век-2», 2013.
39. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. «КомКнига», 2005.
40. Сасскинд Л., Грабовски Д. Теоретический минимум. Все, что нужно знать о современной физике. «Питер», 2014.
41. Спиридонов О.П. Биография физических констант. Увлекательные рассказы об универсальных физических постоянных. «Красанд», 2011.
42. Слободянюк А.И. Олимпиады по физике / А.И. Слободянюк, Л.Г. Маркович, А.В. Лавриненко. Минск: «Аверсэв», 2003. 272 с. (школьникам, абитуриентам, учащимся).
43. Торн К. Черные дыры и складки времени. Дерзкое наследие Эйнштейна. Физико-математическая литература, 2009.
44. Турчина Н.В. и др. Физика: 3800 задач для школьников и поступающих в вузы. М.: Дрофа, 2000.
45. Фейгин О.О. Теория всего. «Эксмо», 2011.

46. Фейгин О.О. Большой взрыв. «Эксмо», 2009.
47. Физика и астрономия: Учебник для 9 класса общеобразовательных учреждений / А.А. Пинский, В.Г. Разумовский, А.И. Бугаев и др.; под ред. А.А. Пинского, В.Г. Разумовского. М.: Просвещение, 2002.
48. Хван М.П. Неистовая Вселенная: От Большого взрыва до ускоренного расширения, от кварков до суперструн. Изд. 2, испр. М.: URSS, 2008. 408 с.
49. Хлопоав Основы космофизики. М.: URSS, 2009. 368 с.
50. Хокинг Стивен. Физика всего. Амфора. 2009
51. Хокинг Стивен. Будущее пространства-времени. Амфора, 2009.
52. Хокинг Стивен. Мир в ореховой скорлупке. Амфора. 2007.
53. Хокинг Стивен. Краткая история времени. От Большого Взрыва до черных дыр. Амфора. 2008.
54. Хокинг Стивен. Великий замысел. 2010.
55. Чернин А.Д. Звезды и физика. Изд. 2. М.: URSS, 2004. 176 с.
56. Чернин А.Д. Физика времени. «ЛКИ», 2010.
57. Шинтан Яу, Стив Надис. Теория струе и скрытые измерения Вселенной. Питер, 2013.