**Рабочая программа по учебному предмету «Физика»**

**(углубленный уровень)**

**10-11 класс**

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

**ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ФИЗИКИ В 10-11 КЛАССАХ**

**10 класс**

**Личностными результатами** обучения физике являются:

* *в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя* — готовность и способность к отстаиванию собственного мнения, к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества;
* *в сфере отношений обучающихся к закону, государству и к гражданскому обществу* — мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики;
* в сфере отношений обучающихся к окружающему миру, к живой природе, художественной культуре — мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимость науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества; готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию;
* *в сфере отношений обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений* осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов; готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем; потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности.

**Метапредметными результатами** обучения физике являются:

Метапредметные результаты освоения курса физики в средней школе представлены тремя группами универсальных учебных действий.

**Регулятивные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

—самостоятельно определять цели, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности;

—сопоставлять имеющиеся возможности и необходимые для достижения цели ресурсы;

—организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;

—определять несколько путей достижения поставленной цели;

—выбирать оптимальный путь достижения цели с учетом эффективности расходования ресурсов;

—задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;

—сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью;

—оценивать последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей.

**Познавательные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

—критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;

—распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;

—использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;

—осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;

—искать и находить обобщенные способы решения задач;

—приводить критические аргументы как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого;

—анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;

—выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;

—выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;

—менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем; формулировать образовательный запрос и выполнять консультативные функции самостоятельно; ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной познавательной деятельностью и подчиняться).

**Коммуникативные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

—осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами);

—при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);

—развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;

—координировать и выполнять работу в условиях виртуального взаимодействия (или сочетания реального и виртуального);

—согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;

—представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;

—воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития;

- точно и емко формулировать как критические, так и одобрительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

**Предметные результаты** обучения физике на углубленном уровне:

# Выпускник научится:

* демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;
* демонстрировать на примерах взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
* устанавливать взаимосвязь естественно-научных явлений и применять основные физические модели для их описания и объяснения;
* использовать информацию физического содержания при решении учебных, практических, проектных и исследовательских задач, интегрируя информацию из различных источников и критически ее оценивая;
* различать и уметь использовать в учебно-исследовательской деятельности методы научного познания (наблюдение, описание, измерение, эксперимент, выдвижение гипотезы, моделирование и др.) и формы научного познания (факты, законы, теории), демонстрируя на примерах их роль и место в научном познании;
* проводить прямые и косвенные изменения физических величин, выбирая измерительные приборы с учетом необходимой точности измерений, планировать ход измерений, получать значение измеряемой величины и оценивать относительную погрешность по заданным формулам;
* проводить исследования зависимостей между физическими величинами: проводить измерения и определять на основе исследования значение параметров, характеризующих данную зависимость между величинами, и делать вывод с учетом погрешности измерений;
* использовать для описания характера протекания физических процессов физические величины и демонстрировать взаимосвязь между ними;
* использовать для описания характера протекания физических процессов физические законы с учетом границ их применимости;
* решать качественные задачи (в том числе и межпредметного характера): используя модели, физические величины и законы, выстраивать логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления);
* решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделять физическую модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для ее решения, проводить расчеты и проверять полученный результат;
* учитывать границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
* использовать информацию и применять знания о принципах работы и основных характеристиках изученных машин, приборов и других технических устройств для решения практических, учебно-исследовательских и проектных задач;
* использовать знания о физических объектах и процессах в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде, для принятия решений в повседневной жизни.

# Выпускник получит возможность научиться:

* *понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;*
* *владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;*
* *характеризовать системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;*
* *выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*
* *самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;*
* *характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические, – и роль физики в решении этих проблем;*
* *решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи с выбором физической модели, используя несколько физических законов или формул, связывающих известные физические величины, в контексте межпредметных связей;*
* *объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;*
* *объяснять условия применения физических моделей при решении физических* соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде, для принятия решений в повседневной *задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.*

***Физика в познании вещества, поля, пространства и времени:***

* давать определения понятий: базовые физические величины, физический закон, научная гипотеза, модель в физике и микромире, элементарная частица, фундаментальное взаимодействие;
* называть базовые физические величины и их условные обозначения, кратные и дольные единицы, основные виды фундаментальных взаимодействий, их характеристики, радиус действия;
* делать выводы о границах применимости физических теорий, их преемственности, существовании связей и зависимостей между физическими величинами;
* использовать идею атомизма для объяснения структуры вещества;
* интерпретировать физическую информацию, полученную из других источников.

**Кинематика материальной точки:**

* давать определения понятий: механическое движение, материальная точка, тело отсчета, система отсчета, траектория, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное и равнозамедленное прямолинейное движения, равнопеременное
* движение, периодическое (вращательное и колебательное) движение, гармонические колебания;
* описывать демонстрационные опыты Бойля и опыты Галилея для исследования явления свободного падения тел; описывать эксперименты по измерению ускорения свободного падения и изучению движения тела, брошенного горизонтально;
* использовать для описания механического движения кинематические величины: радиус-вектор, перемещение, путь, средняя путевая скорость, мгновенная и относительная скорости, мгновенное и центростремительное ускорения, период и частота вращения, угловая и линейная скорости;
* делать выводы об особенностях свободного падения тел в вакууме и в воздухе, сравнивать их траектории;
* разъяснять основные положения кинематики;
* применять полученные знания для решения практических задач.

**Динамика материальной точки:**

* давать определения понятий: инерциальная система отсчета, инертность, сила тяжести, сила упругости, сила реакции опоры, сила натяжения, вес тела, сила трения покоя, сила трения скольжения, сила трения качения;
* описывать опыт Кавендиша по измерению гравитационной постоянной, эксперимент по измерению коэффициента трения скольжения;
* формулировать принцип инерции, принцип относительности Галилея, принцип суперпозиции сил, законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука;
* делать выводы о механизме возникновения силы упругости с помощью механической модели кристалла;
* прогнозировать влияние невесомости на поведение космонавтов при длительных космических полетах;
* разъяснять предсказательную и объяснительную функции классической механики;
* исследовать движение тела по окружности под действием сил тяжести и упругости;
* объяснять принцип действия крутильных весов;
* применять полученные знания для решения практических задач.

**Законы сохранения:**

* давать определения понятий: замкнутая система, реактивное движение; устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесие; потенциальные силы, консервативная система, абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары; физических величин:
* импульс силы, импульс тела, работа силы, потенциальная, кинетическая и полная механическая энергия, мощность;
* описывать эксперимент по проверке закона сохранения энергии при действии сил тяжести и упругости;
* делать выводы и умозаключения о преимуществах использования энергетического подхода при решении ряда задач динамики;
* формулировать законы сохранения импульса и энергии с учетом границ их применимости;
* объяснять принцип реактивного движения.

**Динамика периодического движения:**

* давать определения понятий: вынужденные, свободные (собственные) и затухающие колебания, апериодическое движение, резонанс; физических величин: первая и вторая космические скорости, амплитуда колебаний, статическое смещение;
* исследовать возможные траектории тела, движущегося в гравитационном поле, движение спутников и планет; зависимость периода колебаний
* пружинного маятника от жесткости пружины и массы груза, математического маятника — от длины нити и ускорения свободного падения;
* прогнозировать возможные варианты вынужденных колебаний одного и того же пружинного маятника в средах с разной плотностью.

**Статика:**

* давать определения понятий: поступательное движение, вращательное движение, абсолютно твердое тело, рычаг, блок, центр тяжести тела, центр масс; физических величин: момент силы, плечо силы;
* формулировать условия статического равновесия для поступательного и вращательного движения;
* применять полученные знания для нахождения координат центра масс системы тел.

**Релятивистская механика:**

* давать определения понятий: радиус Шварцшильда, горизонт событий, собственное время, энергия покоя тела;
* формулировать постулаты специальной теории относительности и следствия из них; условия, при которых происходит аннигиляция и рождение пары частиц;
* описывать принципиальную схему опыта Майкельсона—Морли;
* делать вывод, что скорость света — максимально возможная скорость распространения любого взаимодействия;
* оценивать критический радиус черной дыры, энергию покоя частиц;
* объяснять эффект замедления времени, определять собственное время, время в разных инерциальных системах отсчета, одновременность событий;
* применять релятивистский закон сложения скоростей для решения практических задач.

**Молекулярная структура вещества:**

* давать определения понятий: молекула, атом, изотоп, относительная атомная масса, дефект массы, моль, постоянная Авогадро, фазовый переход, ионизация, плазма;
* разъяснять основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества;
* классифицировать агрегатные состояния вещества;
* характеризовать изменения структуры агрегатных состояний вещества при фазовых переходах;
* формулировать условия идеальности газа;
* описывать явление ионизации;
* объяснять влияние солнечного ветра на атмосферу Земли.

**Молекулярно-кинетическая теория идеального газа:**

* давать определения понятий: стационарное равновесное состояние газа, температура тела, абсолютный нуль температуры, изопроцесс, изотермический, изобарный и изохорный процессы;
* использовать статистический подход для описания поведения совокупности большого числа частиц, включающий введение микроскопических и макроскопических параметров;
* описывать демонстрационные эксперименты, позволяющие установить для газа взаимосвязь между его давлением, объемом, массой и температурой; эксперимент по изучению изотермического процесса в газе;
* объяснять опыт с распределением частиц идеального газа по двум половинам сосуда, газовые законы на основе молекулярно-кинетической теории строения вещества;
* представлять распределение молекул идеального газа по скоростям;
* применять полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и быту.

**Термодинамика:**

* давать определения понятий: число степеней свободы, теплообмен, теплоизолированная система, адиабатный процесс, тепловые двигатели, замкнутый цикл, необратимый процесс; физических величин: внутренняя энергия, количество теплоты, КПД теплового двигателя;
* объяснять особенность температуры как параметра состояния системы;
* наблюдать и интерпретировать результаты опытов, иллюстрирующих изменение внутренней энергии тела при совершении работы, явление диффузии;
* объяснять принцип действия тепловых двигателей;
* оценивать КПД различных тепловых двигателей;
* формулировать законы термодинамики;
* делать вывод о том, что явление диффузии является необратимым процессом;
* применять полученные знания по теории тепловых двигателей для рационального природопользования и охраны окружающей среды.

**Жидкость и пар:**

* давать определения понятий: пар, насыщенный пар, испарение, кипение, конденсация, поверхностное натяжение, смачивание, мениск, угол смачивания, капиллярность; физических величин: критическая температура, удельная теплота парообразования, температура кипения, точка росы, давление насыщенного пара, относительная влажность воздуха, сила поверхностного натяжения;
* описывать эксперимент по изучению капиллярных явлений, обусловленных поверхностным натяжением жидкости;
* наблюдать и интерпретировать явление смачивания и капиллярные явления, протекающие в природе и быту;
* строить графики зависимости температуры тела от времени при нагревании, кипении, конденсации, охлаждении; находить из графиков значения необходимых величин.

**Твердое тело:**

* давать определения понятий: плавление, кристаллизация, удельная теплота плавления, кристаллическая решетка, элементарная ячейка, монокристалл, поликристалл, аморфные тела, композиты, полиморфизм, анизотропия, изотропия, деформация (упругая, пластическая); физических величин: механическое напряжение, относительное удлинение, предел упругости, предел прочности
* при растяжении и сжатии;
* объяснять отличие кристаллических твердых тел от аморфных;
* описывать эксперимент по измерению удельной теплоемкости вещества;
* формулировать закон Гука;
* применять полученные знания для решения практических задач.

**Механические волны. Акустика**

* давать определения понятий: волновой процесс, механическая волна, продольная волна, поперечная волна, гармоническая волна, поляризация, линейно-поляризованная механическая волна плоскость поляризации, стоячая волна, пучности и узлы стоячей волны, моды колебаний, звуковая волна, высота звука, эффект Доплера, тембр и гром кость звука; физических величин: длина волны, интенсивность звука, уровень интенсивности звука;
* исследовать распространение сейсмических волн, явление поляризации;
* описывать и воспроизводить демонстрационные опыты по распространению продольных волн в пружине и в газе, поперечных волн — в пружине и шнуре, описывать эксперимент по измерению с помощью эффекта Доплера скорости движущихся объектов: машин, астрономических объектов;
* объяснять различие звуковых сигналов по тембру и громкости.

**Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов:**

* давать определения понятий: точечный электрический заряд, электрическое взаимодействие, электризация тел, электрически изолированная система тел, электрическое поле, линии напряженности электростатического поля; физической величины: напряженность электростатического поля;
* объяснять принцип действия крутильных весов, светокопировальной машины, возможность использования явления электризации при получении дактилоскопических отпечатков;
* формулировать закон сохранения электрического заряда и закон Кулона, границы их применимости;
* устанавливать аналогию между законом Кулона и законом всемирного тяготения;
* описывать демонстрационные эксперименты по электризации тел и объяснять их результаты;
* описывать эксперимент по измерению электроемкости конденсатора;
* применять полученные знания для объяснения неизвестных ранее электрических явлений.

**Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов:**

* давать определения понятий: эквипотенциальная поверхность, конденсатор, свободные и связанные заряды, проводники, диэлектрики, полупроводники; физических величин: потенциал электростатического поля, разность потенциалов, относительная диэлектрическая проницаемость среды, электроемкость уединенного проводника, электроемкость конденсатора;
* наблюдать и интерпретировать явление электростатической индукции;
* объяснять принцип очистки газа от угольной пыли с помощью электростатического фильтра;
* описывать эксперимент по измерению электроемкости конденсатора;
* объяснять зависимость электроемкости плоского конденсатора от площади пластин и расстояния между ними;
* применять полученные знания для объяснения неизвестных ранее электрических явлений.

# 11класс

**Личностными результатами** обучения физике являются:

* *в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя* — готовность и способность к отстаиванию собственного мнения, к саморазвитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества;
* *в сфере отношений обучающихся к закону, государству и к гражданскому обществу* — мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики;
* в сфере отношений обучающихся к окружающему миру, к живой природе, художественной культуре — мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимость науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества; готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию;
* *в сфере отношений обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений* осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов; готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем; потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности.

**Метапредметными результатами** обучения физике являются:

Метапредметные результаты освоения курса физики в средней школе представлены тремя группами универсальных учебных действий.

**Регулятивные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

—самостоятельно определять цели, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности;

—сопоставлять имеющиеся возможности и необходимые для достижения цели ресурсы;

—организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;

—определять несколько путей достижения поставленной цели;

—выбирать оптимальный путь достижения цели с учетом эффективности расходования ресурсов;

—задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;

—сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью;

—оценивать последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей.

**Познавательные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

—критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;

—распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;

—использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;

—осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;

—искать и находить обобщенные способы решения задач;

—приводить критические аргументы как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого;

—анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;

—выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;

—выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;

—менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем; формулировать образовательный запрос и выполнять консультативные функции самостоятельно; ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной познавательной деятельностью и подчиняться).

**Коммуникативные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

—осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами);

—при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);

—развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;

—координировать и выполнять работу в условиях виртуального взаимодействия (или сочетания реального и виртуального);

—согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;

—представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;

—воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития;

- точно и емко формулировать как критические, так и одобрительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

**Предметные результаты:**

**Выпускник на углубленном уровне научится:**

-объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;

-характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками; характеризовать системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;

-понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;

-владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;

-самостоятельно конструировать экспериментальные установки для проверки выдвинутых гипотез, рассчитывать абсолютную и относительную погрешности;

-самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;

-решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи с опорой как на известные физические законы, закономерности и модели, так и на тексты с избыточной информацией;

-объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;

-выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;

-характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические, и роль физики в решении этих проблем;

-объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;

-объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

***Выпускник на углубленном уровне получит возможность научиться:***

*-проверять экспериментальными средствами выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*

*-описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических экспериментов информацию, определять ее достоверность;*

*понимать и объяснять системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия; решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;*

*- анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;*

*- формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;*

*-усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;*

*-использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы для обработки результатов эксперимента.*

**Постоянный электрический ток**

* давать определения понятий: электрический ток, постоянный электрический ток, источник тока, сторонние силы, дырка, изотопический эффект, последовательное и параллельное соединения проводников, куперовские пары электронов, электролиты, электролитическая диссоциация, степень диссоциации, электролиз; физических величин: сила тока, ЭДС, сопротивление проводника, мощность электрического тока;
* объяснять условия существования электрического тока, принцип действия шунта и добавочного сопротивления; объяснять качественно явление сверхпроводимости согласованным движением куперовских пар электронов;
* формулировать законы Ома для однородного проводника, для замкнутой цепи с одним и несколькими источниками, закон Фарадея;
* рассчитывать ЭДС гальванического элемента;
* исследовать смешанное сопротивление проводников;
* описывать демонстрационный опыт на последовательное и параллельное соединения проводников; самостоятельно проведенный эксперимент по измерению силы тока и напряжения с помощью амперметра и вольтметра, по измерению ЭДС и внутреннего сопротивления проводника;
* наблюдать и интерпретировать тепловое действие электрического тока, передачу мощности от источника к потребителю;
* использовать законы Ома для однородного проводника и замкнутой цепи, закон Джоуля—Ленца для расчета электрических цепей;
* исследовать электролиз с помощью законов Фарадея*.*

**Магнитное поле**

* давать определения понятий: магнитное взаимодействие, линии магнитной индукции, однородное магнитное поле, собственная индукция, диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, остаточная намагниченность, кривая намагничивания; физических величин: вектор магнитной индукции, магнитный поток, сила Ампера, сила Лоренца, индуктивность контура, магнитная проницаемость среды;
* описывать фундаментальные физические опыты Эрстеда и Ампера, поведение рамки с током в однородном магнитном поле, взаимодействие токов;
* определять направление вектора магнитной индукции и силы, действующей на проводник с током в магнитном поле;
* формулировать правило буравчика и правило левой руки, принципы суперпозиции магнитных полей, закон Ампера;
* объяснять принцип действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы, электродвигателя постоянного тока, масс-спектрографа и циклотрона;
* изучать движение заряженных частиц в магнитном поле;
* исследовать механизм образования и структуру радиационных поясов Земли, прогнозировать и анализировать их влияние на жизнедеятельность в земных условиях.

**Электромагнетизм**

* давать определения понятий: электромагнитная индукция, индукционный ток,самоиндукция,токи замыкания и размыкания, трансформатор; физических величин: коэффициент трансформации;

описывать демонстрационные опыты Фарадея с катушками и постоянным магнитом, опыты Генри, явление электромагнитной индукции;

использовать на практике токи замыкания и размыкания;

* объяснять принцип действия трансформатора, генератора переменного тока; приводить примеры использования явления электромагнитной индукции в современной технике: детекторе металла в аэропорту, в поезде на магнитной подушке, бытовых СВЧ-печах, записи и воспроизведении информации, в генераторах переменного тока*; объяснять принципы передачи электроэнергии на большие расстояния.*

**Цепи переменного тока:**

* давать определения понятий: магнитоэлектрическая индукция, колебательный контур, резонанс в колебательном контуре, собственная и примесная проводимость, донорные и акцепторные примеси, p—n-переход, запирающий слой, выпрямление переменного тока, транзистор; физических величин: фаза колебаний, действующее значение силы переменного тока, ток смещения, время релаксации, емкостное сопротивление, индуктивное сопротивление, коэффициент усиления;
* описывать явление магнитоэлектрической индукции, энергообмен между электрическим и магнитным полем в колебательном контуре и явление резонанса, описывать выпрямление переменного тока с помощью полупроводникового диода;
* использовать на практике транзистор в усилителе и генераторе электрических сигналов;
* *объяснять принцип действия полупроводникового диода, транзистора.*

Излучение и прием электромагнитных волн радио- и СВЧ-диапазона:

* давать определения понятий: электромагнитная волна, бегущая гармоническая электромагнитная волна, плоскополяризованная (или линейно-поляризованная) электромагнитная волна, плоскость поляризации электромагнитной волны, фронт волны, луч, радиосвязь, модуляция и демодуляция сигнала, амплитудная и частотная модуляция; физических величин: длина волны, поток энергии и плотность потока энергии электромагнитной волны, интенсивность электромагнитной волны;
* объяснять зависимость интенсивности электромагнитной волны от ускорения излучающей заряженной частицы, от расстояния до источника излучения и его частоты;
* описывать механизм давления электромагнитной волны;
* классифицировать диапазоны частот спектра электромагнитных волн;
* описывать опыт по сборке простейшего радиопередатчика и радиоприемника.

**Геометрическая оптика:**

* давать определения понятий: передний фронт волны, вторичные механические волны, мнимое и действительное изображения, преломление, полное внутреннее отражение, дисперсия света, точечный источник света, линза, фокальная плоскость, аккомодация, лупа; физических величин: угол падения, угол отражения, угол преломления, абсолютный показатель преломления среды, угол полного внутреннего отражения, преломляющий угол призмы, линейное увеличение оптической системы, оптическая сила линзы, поперечное увеличение линзы, расстояние наилучшего зрения, угловое увеличение;
* наблюдать и интерпретировать явления отражения и преломления световых волн, явление полного внутреннего отражения, явление дисперсии;
* формулировать принцип Гюйгенса, закон отражения волн, закон преломления;
* описывать опыт по измерению показателя преломления стекла;
* строить изображения и ход лучей при преломлении света, изображение предмета в собирающей и рассеивающей линзах;
* определять положения изображения предмета в линзе с помощью формулы тонкой линзы;
* анализировать человеческий глаз как оптическую систему;
* корректировать с помощью очков дефекты зрения;
* объяснять принцип действия оптических приборов, увеличивающих угол зрения: лупу, микроскоп, телескоп;
* *применять полученные знания для решения практических задач.*

**Волновая оптика:**

* давать определения понятий: монохроматическая волна, когерентные волны и источники, интерференция, просветление оптики, дифракция, зона Френеля; физических величин: время и длина когерентности, геометрическая разность хода интерферирующих волн, период и разрешающая способность дифракционной решетки;
* наблюдать и интерпретировать (описывать) результаты демонстрационных экспериментов по наблюдению явлений интерференции и дифракции света;
* формулировать принцип Гюйгенса—Френеля, условия минимумов и максимумов при интерференции волн, условия дифракционного минимума на щели и главных максимумов при дифракции света на решетке;
* описывать эксперимент по измерению длины световой волны с помощью дифракционной решетки;
* объяснять взаимное усиление и ослабление волн в пространстве;
* делать выводы о расположении дифракционных минимумов на экране за освещенной щелью;
* выбирать способ получения когерентных источников;
* различать дифракционную картину при дифракции света на щели и на дифракционной решетке.

**Квантовая теория электромагнитного излучения и вещества:**

* давать определения понятий: тепловое излучение, абсолютно черное тело, фотоэффект, фотоэлектроны, фототок, корпускулярно-волновой дуализм,

энергетический уровень, линейчатый спектр, спонтанное и индуцированное излучение, лазер, самостоятельный и несамостоятельный разряды; физических величин: работа выхода, красная граница фотоэффекта, энергия ионизации;

разъяснять основные положения волновой теории света, квантовой гипотезы Планка, теории атома водорода;

* формулировать законы теплового излучения Вина и Стефана—Больцмана, законы фотоэффекта, соотношения неопределенностей Гейзенберга, постулаты Бора;
* оценивать длину волны де Бройля, соответствующую движению электрона, кинетическую энергию электрона при фотоэффекте, длину волны света, испускаемого атомом водорода;
* описывать принципиальную схему опыта Резерфорда, предложившего планетарную модель атома;
* объяснять принцип действия лазера;
* сравнивать излучение лазера с излучением других источников света.

**Физика атомного ядра:**

* давать определения понятий: протонно-нейтронная модель ядра, изотопы, радиоактивность, альфа- и бета-распад, гамма-излучение, искусственная радиоактивность, цепная реакция деления,ядерный реактор, термоядерный синтез; физических величин: удельная энергия связи, период полураспада, активность радиоактивного вещества, энергетический выход ядерной реакции, коэффициент размножения нейтронов, критическая масса, доза поглощенного излучения, коэффициент качества;
* объяснять принцип действия ядерного реактора;
* объяснять способы обеспечения безопасности ядерных реакторов и АЭС;
* прогнозировать контролируемый естественный радиационный фон, а также рациональное природопользование при внедрении управляемого термоядерного синтеза (УТС).

**Элементарные частицы:**

* давать определения понятий: элементарные частицы, фундаментальные частицы, античастица, аннигиляция, лептонный заряд, переносчик взаимодействия, барионный заряд, адроны, лептоны, мезоны, барионы, гипероны, кварки, глюоны;
* классифицировать элементарные частицы, подразделяя их на лептоны и адроны;
* формулировать принцип Паули, законы сохранения лептонного и барионного зарядов;
* описывать структуру адронов, цвет и аромат *кварков;*
* приводить примеры мезонов, гиперонов, глюонов.

**Эволюция Вселенной:**

* — давать определения понятий: астрономические структуры, планетная система, звезда, звездное скопление, галактики, скопление и сверхскопление галактик, Вселенная, белый карлик, нейтронная звезда, черная дыра, критическая плотность Вселенной, реликтовое излучение, протон-протонный цикл, комета, астероид, пульсар;
* интерпретировать результаты наблюдений Хаббла о разбегании галактик;
* формулировать закон Хаббла;
* классифицировать основные периоды эволюции Вселенной после Большого взрыва;
* представлять последовательность образования первичного вещества во Вселенной;
* объяснять процесс эволюции звезд, образования и эволюции Солнечной системы;
* с помощью модели Фридмана представлять возможные сценарии эволюции Вселенной в будущем.

# 2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

1. **класс**

**Углубленный уровень.**

**Введение** «**Физика и методы научного познания».**

Физика – фундаментальная наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Физический эксперимент, законы и теории, границы их применимости. Моделирование явлений и объектов природы. Физическая картина мира.

# Механика

**Тема «Кинематика материальной точки».**

Предмет и задачи классической механики. Кинематические характеристики механического движения. Модели тел и движений. Относительная скорость движения тел. Равномерное прямолинейное движение. Ускорение. Прямолинейное движение с постоянным ускорением. Равнопеременное прямолинейное движение. Свободное падение тел. Одномерное движение в поле тяжести при наличии начальной скорости. Баллистическое движение. Кинематика периодического движения. Поступательное и вращательное движение твердого тела.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1. Измерение ускорения свободного падения
2. Изучение движения тела, брошенного горизонтально

# Тема «Динамика материальной точки».

Принцип относительности Галилея. Принцип суперпозиции сил. Инерциальная система отсчета. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Сила трения. Закон сухого трения. Применение законов Ньютона. Явления, наблюдаемые в неинерциальных системах отсчета.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1. Измерение коэффициента трения скольжения
2. Движение тела по окружности под действием сил тяжести и упругости

# Тема «Законы сохранения».

# Импульс материальной точки и системы тел. Закон изменения и сохранения импульса. Работа силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела при гравитационном и упругом взаимодействиях. Кинетическая энергия. Мощность. Закон изменения и сохранения механической энергии. Абсолютно неупругое и абсолютно упругое столкновения.

# Тема «Динамика периодического движения».

Движение тел в гравитационном поле. Космические скорости. Движение небесных тел и их искусственных спутников. Динамика свободных колебаний. Амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Колебательная система под действием внешних сил, не зависящих от времени. Вынужденные колебания. Резонанс.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1. Проверка закона сохранения энергии при действии сил тяжести и упругости.

**Тема «Статика»**

# Условие равновесия тела для поступательного движения. Устойчивость твердых тел. Условие равновесия для вращательного движения. Плечо и момент силы. Центр тяжести (центр масс) системы материальных точек и твердого тела. Равновесие жидкости и газа. Давление. Движение жидкостей и газов.

# Тема «Релятивистская механика».

Постулаты специальной теории относительности. Относительность времени. Замедление времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Взаимосвязь массы и энергии.

# Молекулярная физика

**Тема «Молекулярная структура вещества».**

# Предмет и задачи молекулярно-кинетической теории (МКТ) и термодинамики. Экспериментальные доказательства МКТ. Строение атома. Масса атомов. Молярная масса. Количество вещества. Агрегатные состояния вещества. Кристаллизация и плавление твердых тел.

# Тема «Молекулярно-кинетическая теория идеального газа».

# Модель идеального газа. Распределение молекул идеального газа в пространстве. Распределение молекул идеального газа по скоростям. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц вещества. Шкалы температур. Давление газа. Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного движения молекул идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона—Менделеева. Изопроцессы. Изотермический процесс. Изобарный процесс. Изохорный процесс.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

# Изучение изотермического процесса в газе.

# Тема «Термодинамика».

# Внутренняя энергия. Работа и теплопередача как способы изменения внутренней энергии. Работа газа при расширении и сжатии. Работа газа при изопроцессах. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики для изопроцессов. Адиабатный процесс. Тепловые двигатели. Второй закон термодинамики.

# Преобразования энергии в тепловых машинах. КПД тепловой машины. Цикл Карно. Экологические проблемы теплоэнергетики.

# Тема «Жидкость и пар»

# Фазовый переход пар—жидкость. Испарение. Конденсация. Давление насыщенного пара. Влажность воздуха. Кипение жидкости. Модель строения жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярность.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

# Изучение капиллярных явлений, обусловленных поверхностным натяжением жидкости.

**Тема «Твердое тело»**

# Структура твердых тел. Кристаллическая решетка. Механические свойства твердых тел.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

# Измерение удельной теплоемкости вещества.

# Тема «Механические волны. Акустика»

Распространение волн в упругой среде. Поперечные и продольные волны. Отражение волн. Периодические волны. Энергия волны. Стоячие волны. Звуковые волны. Высота звука. Эффект Доплера. Интерференция и дифракция волн. Тембр, громкость звука.

# Электростатика.

**Тема «Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов».**

Предмет и задачи электродинамики. Электрическое взаимодействие. Электрический заряд. Квантование заряда. Электризация тел. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Равновесие статических зарядов. Напряженность электростатического поля. Линии напряженности электростатического поля. Принцип суперпозиции электростатических полей. Электростатическое поле заряженной сферы и заряженной плоскости.

**Тема «Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов».**

# Работа сил электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов. Измерение разности потенциалов. Электрическое поле в веществе. Диэлектрики в электростатическом поле. Проводники в электростатическом поле. Распределение зарядов по поверхности проводника. Электроемкость уединенного проводника и конденсатора. Соединение конденсаторов. Энергия электростатического поля.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1. Измерение электроемкости конденсатора.

# Физический практикум.

1. **класс**

**Углубленный уровень.**

**Электродинамика**

**Тема «Постоянный электрический ток».**

# Электрический ток. Сила тока. Источник тока. Источник тока в электрической цепи. Электродвижущая сила (ЭДС). Закон Ома для однородного проводника (участка цепи). Сопротивление проводника. Зависимость удельного сопротивления проводников и полупроводников от температуры. Соединения проводников. Расчет сопротивления электрических цепей. Закон Ома для замкнутой цепи. Расчет силы тока и напряжения в электрических цепях. Измерение силы тока и напряжения. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Передача электроэнергии от источника к потребителю. Электрический ток в металлах, растворах и расплавах электролитов, полупроводниках, газах и вакууме. Плазма. Электролиз. Примесный полупроводник — составная часть элементов схем. Полупроводниковый диод.

# Транзистор. Сверхпроводимость.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

# Исследование смешанного соединения проводников

# Изучение закона Ома для полной цепи

# Тема «Магнитное поле»

Магнитное взаимодействие. Магнитное поле электрического тока. Линии магнитной индукции. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Рамка с током в однородном магнитном поле. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца. Масс-спектрограф и циклотрон. Пространственные траектории заряженных частиц в магнитном поле. Магнитные ловушки, радиационные пояса Земли. Взаимодействие электрических токов. Магнитное поле в веществе. Ферромагнетизм.

# Тема « Электромагнетизм».

Магнитный поток. Энергия магнитного поля тока. ЭДС в проводнике, движущимся в магнитном поле. Электромагнитная индукции. Способы индуцирования тока. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока. Использование электромагнитной индукции.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Изучение явления электромагнитной индукции

**Тема «Цепи переменного тока»**

# Векторные диаграммы для описания переменных токов и напряжений. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Свободные гармонические электромагнитные колебания в колебательном контуре. Колебательный контур в цепи переменного тока. Использование электромагнитной индукции. Элементарная теория трансформатора. Генерирование переменного электрического тока. Передача электроэнергии на расстояние.

# Электромагнитное излучение

**Тема «Излучение и прием электромагнитных волн радио и СВЧ-диапазона»**

# Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Электромагнитные волны. Распространение электромагнитных волн. Энергия, переносимая электромагнитными волнами. Давление и импульс электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Радио- и СВЧ-волны в средствах связи. Принципы радиосвязи и телевидения.

# Тема «Геометрическая оптика».

Геометрическая оптика. Принцип Гюйгенса. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Построение изображений и хода лучей при преломлении света. Линзы. Собирающие линзы. Изображение предмета в собирающей линзе. Формула тонкой собирающей линзы. Рассеивающие линзы. Изображение предмета в рассеивающей линзе. Фокусное расстояние и оптическая сила системы из двух линз. Человеческий глаз как оптическая система. Оптические приборы.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Измерение показателя преломления стекла

**Тема «Волновая оптика».**

# Волновые свойства света. Скорость света. Интерференция волн. Взаимное усиление и ослабление волн в пространстве. Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решетка. Дисперсия света. Практическое применение электромагнитных излучений.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

# Наблюдение интерференции и дифракции света.

# Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

# Тема « Квантовая теория электромагнитного излучения вещества»

Предмет и задачи квантовой физики. Тепловое излучение. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Гипотеза М. Планка о квантах. Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова, законы фотоэффекта. Уравнение А. Эйнштейна для фотоэффекта. Фотон. Опыты П. Н. Лебедева и С. И. Вавилова. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов. Давление света. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Модели строения атома. Теория атома водорода. Поглощение и излучение света атомом. Объяснение линейчатого спектра водорода на основе квантовых постулатов Бора. Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазеры.

1. Наблюдение сплошного и линейчатого спектров испускания

**Физика высоких энергий**

**Тема «Физика атомного ядра».**

# Состав и строение атомного ядра. Изотопы. Ядерные силы. Дефект массы. Энергия связи нуклонов в ядре. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции, реакции деления и синтеза. Цепная реакция деления урана. Использование энергии деления ядер. Ядерная энергетика. Термоядерный синтез. Ядерное оружие. Биологическое действие радиоактивных излучений.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

# 8. Изучение взаимодействия частиц и ядерных реакций по фотографиям

# Тема «Элементарные частицы».

# Классификация элементарных частиц. Лептоны как фундаментальные частицы. Классификация и структура адронов. Взаимодействие кварков. Фундаментальные взаимодействия. Ускорители элементарных частиц.

# Элементы астрофизики

# Тема «Эволюция Вселенной»

# Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов.

# Образование астрономических структур. Солнечная система. Звезды и источники их энергии. Классификация звезд. Эволюция звезд и эволюция Солнечной системы. Галактика. Другие галактики. Структура Вселенной, ее расширение. Разбегание галактик. Закон Хаббла. Космологическая модель ранней Вселенной. Эра излучения. Нуклеосинтез в ранней Вселенной. Пространственно-временные

# масштабы наблюдаемой Вселенной. Органическая жизнь во Вселенной. Темная материя и темная энергия.

# Обобщающее повторение.

# Физический практикум

**3. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**

**10 класс (углубленный уровень)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Название раздела/ тема** | **Количество часов** | **Количество часов** | |
| **Лабораторных работ** | **Контрольных работ** |
| 1 | **Введение.** «Физика в познании вещества, поля, пространства и времени» | **3** |  |  |
| 2 | **Механика** | **66** | **5** | **5** |
|  | Кинематика материальной  точки | 23 | 2 | 1 |
|  | Динамика материальной  точки | 12 | 2 | 1 |
|  | Законы сохранения | 14 |  | 1 |
|  | Динамика периодического  движения | 7 | 1 |
|  | Статика | 4 |  | 1 |
|  | Релятивистская механика | 6 |  | 1 |
| 3 | **Молекулярная физика** | **49** | **3** | **3** |
|  | Молекулярная структура  веществ | 4 |  |  |
|  | МКТ идеального газа | 14 | 1 | 1 |
|  | Термодинамика | 10 |  | 1 |
|  | Жидкость и пар | 7 | 1 | 1 |
|  | Твердое тело | 5 | 1 |
|  | Механические волны. Акустика | 9 |  | 1 |
| 4 | **Электростатика** | **25** | **1** | **2** |
|  | Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных  зарядов | 11 |  | 1 |
|  | Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных  зарядов | 14 | 1 | 1 |
| 5 | ***Физический практикум*** | **20** | ***10 по 2ч*** |  |
| 6 | Резерв времени | 7 |  |  |
|  | **Всего** | **170** | **9** | **11** |

**11 класс (углубленный уровень)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Название раздела/ тема** | **Количество часов** | **Количество часов** | |
| **Лабораторных работ** | **Контрольных работ** |
| 1 | **Электродинамика** | **51** | **3** | **5** |
|  | Постоянный электрический ток | 19 | 2 | 2 |
|  | Магнитное поле | 13 |  | 1 |
|  | Электромагнетизм | 9 | 1 | 1 |
|  | Цепи переменного тока | 10 |  | 1 |
| 2 | **Электромагнитное излучение** | **43** | **4** | **5** |
|  | Излучение и прием электромагнитных волн радио-и СВЧ-диапазона | 7 |  | 1 |
|  | Геометрическая оптика | 17 | 1 | 2 |
|  | Волновая оптика | 8 | 2 | 1 |
|  | Квантовая теория электромагнитного излучения и вещества | 11 | 1 | 1 |
| 3 | **Физика высоких энергий** | **16** | **1** | **1** |
|  | Физика атомного ядра | 10 | 1 | 1 |
|  | Элементарные частицы | 6 |  |
| 4 | **Элементы астрофизики** | **8** |  |  |
|  | Эволюция Вселенной | 8 |  |  |
| 5 | **Обобщающее повторение** | **24** |  |  |
|  | 10 класс | 11 |  |  |
|  | 11 класс | 13 |  |  |
| 5 | ***Физический практикум*** | **20** |  |  |
|  |  | 3 |  |  |
|  | **Всего** | **165** | **9** | **11** |