**Планируемые результаты освоения курса**

ФГОС основного и среднего общего образования провозглашают в качестве целевых ориентиров общего образования достижение совокупности личностных, предметных и метапредметных образовательных результатов.

**Личностными результатами** обучения физике в средней школе являются:

* + *в сфере отношений обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя* — ориентация на достижение личного счастья, реализацию позитивных жизненных перспектив, инициатив- ность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизнен- ные планы; готовность и способность обеспечить себе и своим близким достойную жизнь в процессе самостоятельной, творче- ской и ответственной деятельности, к отстаиванию личного до- стоинства, собственного мнения, вырабатывать собственную по- зицию по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего на основе осознания и осмысления исто- рии, духовных ценностей и достижений нашей страны, к само- развитию и самовоспитанию в соответствии с общечеловечески- ми ценностями и идеалами гражданского общества; принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собствен- ному физическому и психологическому здоровью;
  + *в сфере отношений обучающихся к России как к Родине* (*Отечеству*) — российская идентичность, способность к осозна- нию российской идентичности в поликультурном социуме, чув- ство причастности к историко-культурной общности российско- го народа и судьбе России, патриотизм, готовность к служению Отечеству, его защите; уважение к своему народу, чувство ответ- ственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России, ува- жение государственных символов (герб, флаг, гимн); формиро- вание уважения к русскому языку как государственному языку Российской Федерации, являющемуся основой российской идентичности и главным фактором национального самоопределения; воспитание уважения к культуре, языкам, традициям и обычаям народов, проживающих в Российской Федерации;
* *в сфере отношений обучающихся к закону, государству и*

*к гражданскому обществу* — гражданственность, гражданская позиция активного и ответственного члена российского обще- ства, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманисти- ческие и демократические ценности, готового к участию в обще- ственной жизни; признание неотчуждаемости основных прав и свобод человека, которые принадлежат каждому от рождения, готовность к осуществлению собственных прав и свобод без на- рушения прав и свобод других лиц, готовность отстаивать соб- ственные права и свободы человека и гражданина согласно об- щепризнанным принципам и нормам международного права и в соответствии с Конституцией Российской Федерации, правовая и политическая грамотность; мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практи- ки, основанное на диалоге культур, а также различных форм об- щественного сознания, осознание своего места в поликультур- ном мире; интериоризация ценностей демократии и социальной солидарности, готовность к договорному регулированию отно- шений в группе или социальной организации; готовность обу- чающихся к конструктивному участию в принятии решений, затрагивающих права и интересы, в том числе в различных формах общественной самоорганизации, самоуправления, об- щественно значимой деятельности; приверженность идеям ин- тернационализма, дружбы, равенства, взаимопомощи народов; воспитание уважительного отношения к национальному досто- инству людей, их чувствам, религиозным убеждениям; готов- ность обучающихся противостоять идеологии экстремизма, на- ционализма, ксенофобии, коррупции, дискриминации по соци- альным, религиозным, расовым, национальным признакам и другим негативным социальным явлениям;

* *в сфере отношений обучающихся с окружающими людь-*

*ми* — нравственное сознание и поведение на основе усвоения об- щечеловеческих ценностей, толерантного сознания и поведе- ния в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения; при- нятие гуманистических ценностей, осознанное, уважительное и доброжелательное отношение к другому человеку, его мне-нию, мировоззрению; способность к сопереживанию и формированию позитивного отношения к людям, в том числе к лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам;

бережное, ответственное и компетентное отношение к физическому и психологическому здоровью других людей, умение оказывать первую помощь; формирование выраженной в поведении нравственной позиции, в том числе способность к сознательному выбору добра, нравственного сознания и поведения на основе усвоения общечеловеческих ценностей и нравственных чувств (честь, долг, справедливость, милосердие и дружелюбие); компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;

* + *в сфере отношений обучающихся к окружающему миру,*

*к живой природе, художественной культуре* — мировоззре- ние, соответствующее современному уровню развития науки, значимость науки, готовность к научно-техническому творче- ству, владение достоверной информацией о передовых достиже- ниях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтере- сованность в научных знаниях об устройстве мира и общества; готовность и способность к образованию, в том числе самообра- зованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной професси- ональной и общественной деятельности; экологическая культу- ра, бережное отношение к родной земле, природным богатствам России и мира, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответ- ственность за состояние природных ресурсов, умений и на- выков разумного природопользования, нетерпимое отношение к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности; эстетическое отношение к миру, готовность к эстетическому обустройству собственного быта;

* + *в сфере отношений обучающихся к труду, в сфере соци-*

*ально-экономических отношений* — уважение всех форм соб- ственности, готовность к защите своей собственности; осознан- ный 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, добросовест- ное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности, готовность к самообслуживанию, включая обучение и выполнение домашних обязанностей.

##### Патриотическое воспитание:

—проявление интереса к истории и современному состоянию российской физической науки;

—ценностное отношение к достижениям российских учёных-физиков

##### Гражданское и духовно-нравственное воспитание:

—готовность к активному участию в обсуждении общественно - значимых и этических проблем, связанных с практическим применением достижений физики;

—осознание важности морально-этических принципов в деятельности учёного

##### Эстетическое воспитание:

—восприятие эстетических качеств физической науки: её гармоничного построения, строгости, точности, лаконичности

**Ценности научного познания:**

—осознание ценности физической науки как мощного инструмента познания мира, основы развития технологий, важнейшей составляющей культуры;

—развитие научной любознательности, интереса к исследовательской деятельности

##### Формирование культуры здоровья и эмоционального благополучия:

—осознание ценности безопасного образа жизни в современном технологическом мире, важности правил безопасного поведения на транспорте, на дорогах, с электрическим и тепловым оборудованием в домашних условиях;

—сформированность навыка рефлексии, признание своего права на ошибку и такого же права у другого человека

**Трудовое воспитание:**

—активное участие в решении практических задач (в рамках семьи, школы, города, края) технологической и социальной направленности, требующих в том числе и физических знаний;

—интерес к практическому изучению профессий, связанных с физикой

##### Экологическое воспитание:

—ориентация на применение физических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;

—осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения

##### Адаптация обучающегося к

##### изменяющимся условиям социальной и природной среды:

—потребность во взаимодействии при выполнении исследований и проектов физической направленности, открытость опыту и знаниям других;

—повышение уровня своей компетентности через практическую деятельность;

—потребность в формировании новых знаний, в том числе формулировать идеи, понятия, гипотезы о физических объектах и явлениях;

—осознание дефицитов собственных знаний и компетентностей в области физики;

—планирование своего развития в приобретении новых физических знаний;

—стремление анализировать и выявлять взаимосвязи природы, общества и экономики, в том числе с использованием физических знаний;

—оценка своих действий с учётом влияния на окружающую среду, возможных глобальных последствий

**Метапредметные результаты** обучения физике 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 и жизненных ситуациях;
* оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной ранее цели;
* 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 и основываясь на соображениях этики и морали;
* 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 учебной 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 са- мостоятельно; ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной познавательной деятельностью и подчиняться).

#### Коммуникативные универсальные учебные действия

##### Выпускник научится:

* + осуществлять деловую коммуникацию как со сверстника- ми, так и со взрослыми (как внутри образовательной организа- ции, так и за ее пределами);
  + при осуществлении групповой работы быть как руководи- телем, так и членом проектной команды в разных ролях (гене- ратором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);
  + развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
  + распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы;
  + координировать и выполнять работу в условиях виртуаль- ного взаимодействия (или сочетания реального и виртуально- го);
  + согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;
  + представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности, как перед знакомой, так и перед не- знакомой аудиторией;
  + подбирать партнеров для деловой коммуникации, исходя из соображений результативности взаимодействия, а не лич- ных симпатий;
  + воспринимать критические замечания как ресурс соб- ственного развития;
  + точно и емко формулировать как критические, так и одо- брительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

**Предметные результаты** обучения физике в средней школе

##### Выпускник на углубленном уровне научится:

* объяснять и анализировать роль и место физики в форми- ровании современной научной картины мира, в развитии совре- менной техники и технологий, в практической деятельности людей;
* характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
* характеризовать системную связь между основополагаю- щими научными понятиями: пространство, время, материя (ве- щество, поле), движение, сила, энергия;
* понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других фи- зических теорий;
* владеть приемами построения теоретических доказа- тельств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоре- тических выводов и доказательств;
* самостоятельно конструировать экспериментальные уста- новки для проверки выдвинутых гипотез, рассчитывать абсо- лютную и относительную погрешности;
* самостоятельно планировать и проводить физические экс- перименты;
* решать практико-ориентированные качественные и рас- четные физические задачи как с опорой на известные физиче- ские законы, закономерности и модели, так и с опорой на тек- сты 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 че- ловечеством: 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 предложен- ной задаче физическую модель, разрешать проблему как на ос- нове имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

Применительно к темам курса ***ученик сможет***:

* *знать*: предмет и методы исследования физики. Структу- ру физических теорий, метод научного познания, особенности изучения физики;

— *объяснять* явления: поступательное движение; движение по окружности с постоянной по модулю скоростью; движение те- ла, брошенного под углом к горизонту; свободное падение тел; относительность движения; инерция; взаимодействие; всемир- ного тяготения, упругости, трения, невесомости и перегрузки; вращательное движение; равновесия твердого тела; деформации твердых тел, давление в жидкостях и газах, полет тел; колеба- тельное движение, свободные, затухающие и вынужденные ко- лебания, резонанс, автоколебания, превращение энергии при гармонических колебаниях; волновой процесс, излучение зву- ка, интерференция и дифракция волн, отражение и преломле- ние волн, акустический резонанс, образование стоячей волны, музыкальные звуки и шумы; броуновское движение, взаимодей- ствие молекул; тепловое равновесие, необратимость процессов в природе; испарение, конденсация, равновесие между жидко- стью и газом, критическое состояние, кипение, сжижение газов, влажность воздуха; поверхностное натяжение, смачивание, ка- пиллярные явления; плавление и отвердевание, изменение объ- ема тела при плавлении и отвердевании, дефекты в кристаллах; тепловое линейное и объемное расширение, расширение воды; электризация тел, взаимодействие неподвижных электрических зарядов внутри однородного диэлектрика, электростатическая защита, поляризация диэлектрика; сопротивление, сверхпрово- димость; электронная проводимость металлов, электрический ток в растворах и расплавах электролитов, электрический ток в газах, электрический ток в вакууме, электрический ток в по- лупроводниках; возникновение магнитного поля, магнитные взаимодействия, действие магнитного поля на проводник с то- ком, действие магнитного поля на движущийся заряд; электро- магнитная индукция, самоиндукция; парамагнетизм, диамагне- тизм, ферромагнетизм; свободные и вынужденные электриче- ские колебания, процессы в колебательном контуре, резистор в цепи переменного тока, катушка индуктивности в цепи пере- менного тока, емкость в цепи переменного тока, резонанс в элек- трической цепи; генерирование электрической энергии, вы- прямление переменного тока, соединение потребителей элек- трической энергии, передача и распределение электрической энергии; возникновение электромагнитного поля, передача электромагнитных взаимодействий, поглощение, отражение, преломление, интерференция электромагнитных волн, распро- странение радиоволн, радиолокация, образование видеосигна- ла; прямолинейное распространение света, отражение и прелом- ление света, полное отражение света, рефракция света, мираж, аберрация; интерференция, дифракция, дисперсия и поляриза- ция света; излучение света (тепловое излучение, электролюми-

несценция, катодолюминесценция, хемилюминесценция, фото- люминесценция); относительность одновременности, относи- тельность расстояний, относительность промежутков времени; равновесное тепловое излучение, фотоэффект, эффект Компто- на, давление света, химическое действие света, запись и воспро- изведение звука; излучение света атомом, корпускулярно-вол- новой дуализм; естественная и искусственная радиоактивность; слабое взаимодействие, взаимодействие кварков; возникнове- ние приливов на Земле, солнечные и лунные затмения, явление метеора, существование хвостов комет, «разбегание» галактик;

* *знать* определения физических понятий: средняя ско- рость, мгновенная скорость, среднее ускорение, мгновенное ускорение, радиус-вектор, тангенциальное, нормальное и пол- ное ускорения, центростремительное ускорение, угловая ско- рость; материальная точка, модель в физике, инерциальная си- стема отсчета, сила, масса, состояние системы тел; сила всемир- ного тяготения, инертная и гравитационная массы, первая космическая скорость, сила упругости, вес тела, силы трения; неинерциальная система отсчета, силы инерции; импульс, рабо- та силы, мощность, кинетическая энергия, потенциальная энер- гия, механическая (полная) энергия, консервативные и дисси- пативные силы, замкнутая (изолированная) система; абсолютно твердое тело, центр масс, момент инерции, момент силы, мо- мент импульса, угловое ускорение, внешние и внутренние силы; момент силы, центр тяжести; механическое напряжение, отно- сительное и абсолютное удлинения; гармонические колебания, пружинный и математический маятники, период, частота, циклическая (круговая) частота, амплитуда, фаза гармониче- ских колебаний, скорость и ускорение при гармонических коле- баниях, спектр колебаний, собственная частота; поперечные и продольные волны, плоская и сферическая волны, энергия вол- ны, длина волны, скорость распространения волны, скорость звука, громкость и высота звука, тембр, волновая поверхность, луч, волновой фронт, инфразвук, ультразвук, когерентные вол- ны, интерференционная картина; количество вещества, моляр- ная масса; макроскопические и микроскопические тела, темпе- ратура, равновесные и неравновесные процессы, идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы, абсолют- ная температура; температура, средняя скорость движения мо- лекул газа, средняя квадратичная скорость, средняя арифмети- ческая скорость, число степеней свободы, внутренняя энергия идеального газа; работа в термодинамике, количество теплоты, теплоемкость, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость, теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давле- нии, необратимый процесс, адиабатный процесс, вероятность

макроскопического состояния (термодинамическая вероят- ность), КПД двигателя, цикл Карно; насыщенный и ненасыщен- ный пар, изотермы реального газа, критическая температура, абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы, удельная теплота парообразования/конденсации, парциальное давление водяного пара; поверхностная энергия, сила поверх- ностного натяжения, мениск, давление под искривленной по- верхностью жидкости, высота поднятия жидкости в капилляре; кристаллические и аморфные тела, кристаллическая решетка, жидкие кристаллы, удельная теплота плавления, полимор- физм, анизотропия, фазовые переходы первого и второго рода, тройная точка; температурные коэффициенты линейного и объ- емного расширения; электрическое поле, электростатическое поле, напряженность электрического поля, линии напряженно- сти электрического поля, однородное поле, поверхностная плот- ность электрического заряда, объемная плотность электриче- ского заряда, поток напряженности электрического поля, по- тенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле, энергия взаимодействия точечных зарядов, потенциал электро- статического поля, эквипотенциальные поверхности, электри- ческая емкость, емкость плоского конденсатора, энергия элек- трического поля; электрический ток, плотность тока, сила тока, напряжение проводника, сопротивление проводника, работа то- ка, мощность тока, электродвижущая сила (ЭДС), шунт к ам- перметру, добавочное сопротивление; проводники, диэлектри- ки, носители электрического заряда, электролитическая диссо- циация, самостоятельный и несамостоятельный разряды, электронная эмиссия, вольт-амперная характеристика, диод, триод, электронно-лучевая трубка, донорные и акцепторные примеси, *p*—*n*-переход; магнитная индукция, поток магнитной индукции, линии магнитной индукции, сила Ампера, сила Ло- ренца, векторное произведение, радиационные пояса Земли, масс-спектрограф, вихревое электрическое поле, ЭДС индукции в движущихся проводниках, индукционный ток, индуктив- ность, энергия магнитного поля, магнитная проницаемость, на- магниченность, спин электрона, домены, магнитный гистере- зис, переменный электрический ток, действующие значения си- лы тока и напряжения, мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности, обратная связь в генераторе на транзи- сторе, генератор переменного тока, трансформатор, коэффици- ент полезного действия трансформатора, трехфазный ток, асин- хронный электродвигатель; ток смещения, электромагнитная волна, вибратор Герца, скорость распространения электромаг- нитных волн, энергия электромагнитной волны, плотность по- тока электромагнитного излучения, детектирование, амплитуд-

ная модуляция, поток излучения, относительная спектральная световая эффективность, сила света, точечный источник, осве- щенность, яркость; плоское зеркало, сферическое зеркало, фо- кус, мнимый фокус, фокальная плоскость, оптическая сила сфе- рического зеркала, увеличение зеркала, главная оптическая ось, побочная оптическая ось, показатель преломления, пре- дельный угол полного отражения, световод, тонкая линза, фо- кусное расстояние и оптическая сила линзы; скорость света, мо- нохроматическая волна, интерференционная и дифракционная картины, когерентные волны, зоны Френеля, векторные диа- граммы, разрешающая способность оптических приборов; спектр излучения, интенсивность электромагнитного излуче- ния, спектральные приборы, непрерывные и линейчатые спек- тры, спектральный и рентгеноструктурный анализ, ультрафио- летовое и инфракрасное излучения, рентгеновские лучи; соб- ственное время, релятивистский импульс, масса покоя, энер- гия покоя, релятивистская кинетическая энергия, абсолютно черное тело; квант, фотон, энергия и импульс фотона, модель Томсона, планетарная модель атома, модель атома водорода по Бору, энергия ионизации, волны вероятности, лазер, индуци- рованное излучение, нелинейная оптика; альфа-, бета- и гам- ма-излучение, период полураспада, изотопы, нейтрон, протон, ядерные силы, сильное взаимодействие, диаграммы Фейнмана, виртуальные частицы, мезоны, нуклоны, энергия связи атом- ных ядер, удельная энергия связи, энергетический выход ядер- ных реакций, ядерный реактор, критическая масса, термоядер- ные реакции, доза излучения; античастица, позитрон, нейтри- но, промежуточные бозоны, лептоны, адроны, барионы, мезоны, кварки, глюоны; геоцентрическая и гелиоцентрическая систе- ма мира, астрономическая единица, световой год, светимость звезд, планеты Солнечной системы, галактика;

* *понимать* смысл основных физических законов/принци- пов/уравнений: кинематические уравнения движения в век- торной и скалярной формах для различных видов движения, преобразования Галилея; основное утверждение механики, за- коны Ньютона, принцип относительности в механике, закон всемирного тяготения, закон Гука, второй закон Ньютона для неинерциальной системы отсчета; закон сохранения импульса, уравнение Мещерского, закон сохранения механической энер- гии, теорема об изменении кинетической энергии, уравнение изменения механической энергии под действием сил трения, теорема о движении центра масс, основное уравнение динами- ки вращательного движения твердого тела, закон сохранения момента импульса, условия равновесия твердого тела; законы Гука, Паскаля и Архимеда, уравнение Бернулли; зависимость

частоты и периода свободных колебаний от свойств системы, уравнения движения для груза, подвешенного на пружине, и математического маятника, уравнения движения для затухаю- щих и вынужденных колебаний, метод векторных диаграмм, закон сохранения энергии для гармонических колебаний; урав- нение бегущей волны, принцип Гюйгенса, условия максимума и минимума интерференции, закон преломления волн; основ- ные положения молекулярно-кинетической теории, газовые за- коны, уравнение состояния идеального газа; основное уравне- ние молекулярно-кинетической теории, распределение Мак- свелла; законы термодинамики, теорема Карно, принципы действия тепловой и холодильной машин; зависимость темпе- ратуры кипения жидкости от давления, диаграмма равновес- ных состояний жидкости и газа, зависимость удельной теплоты парообразования от температуры; зависимость высоты подня- тия жидкости в капилляре от поверхностного натяжения, ради- уса канала капилляра и плотности жидкости, влияние кривиз- ны поверхности на давление внутри жидкости; зависимость температуры плавления от давления, зависимость типа кри- сталла от характера взаимодействия атомов и молекул, образу- ющих кристалл; взаимосвязь между температурными коэффи- циентами линейного и объемного расширения; закон Кулона, принцип суперпозиции полей, теорема Гаусса, применение тео- ремы Гаусса к расчету различных электростатических полей, связь между напряженностью электростатического поля и раз- ностью потенциалов, зависимость емкости системы конденсато- ров от типа их соединения; закон Ома для участка цепи, закон Ома в дифференциальной форме, зависимость электрического сопротивления от температуры, закон Джоуля—Ленца, законо- мерности последовательного и параллельного соединений про- водников, закон Ома для полной цепи, закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, правила Кирхгофа, границы примени- мости закона Ома, закон электролиза; принцип суперпозиции, закон Био—Савара—Лапласа (в векторной и скалярной фор- мах), закон Ампера (в векторной и скалярной формах), формула для расчета силы Лоренца (в векторной и скалярной формах), правила определения направления сил Ампера и Лоренца, связь между скоростью света и магнитной и электрической постоян- ными, теорема о циркуляции вектора магнитной индукции; правило Ленца, закон электромагнитной индукции, фундамен- тальное свойство электромагнитного поля (Дж. Максвелл); за- висимость намагниченности ферромагнетика от величины маг- нитной индукции поля в отсутствие среды (кривая намагничи- вания); формула Томсона, закон Ома для цепи переменного тока, мощность в цепи переменного тока; связь между перемен-

ным электрическим и переменным магнитным полями, класси- ческая теория излучения, принципы радиосвязи; закон осве- щенности, принцип Ферма, законы геометрической оптики, формула сферического зеркала и линзы, принципы построения изображений в сферическом зеркале и линзе, правило знаков при использовании формулы тонкой линзы; принцип Гюйген- са—Френеля, условия минимума и максимума интерференци- онной и дифракционной картин, электромагнитная теория све- та; механизм излучения света веществом; постулаты теории относительности, преобразования Лоренца, релятивистский за- кон сложения скоростей, зависимость массы от скорости, реля- тивистское уравнение движения, принцип соответствия, фор- мула Эйнштейна, релятивистское соотношение между энергией и импульсом; гипотеза Планка, теория фотоэффекта; спек- тральные закономерности, постулаты Бора, гипотеза де Брой- ля, соотношение неопределенностей Гейзенберга, принцип Пау- ли, Периодическая система химических элементов Д. И. Мен- делеева, принцип действия лазеров; закон радиоактивного распада, правило смещения; гипотеза Паули, сущность распада элементарных частиц, единая теория слабых и электромагнит- ных взаимодействий; гипотезы происхождения и развития Сол- нечной системы, закон Хаббла;

* *измерять*: мгновенную скорость и ускорение при равно- мерном прямолинейном движении, центростремительное уско- рение при равномерном движении по окружности; массу, силу, силу всемирного тяготения, силу упругости, силу трения, вес тела; центробежную силу;
* *использовать* полученные знания в повседневной жизни, например, учет относительности движения, инерции, трения при движении по различным поверхностям, невесомости и пе- регрузок при движении в неинерциальных системах отсчета (лифт, самолет, поезд), оценивание работы различных сил (при подъеме, скольжении или качении грузов), сравнение мощно- сти различных двигателей, учет законов вращательного движе- ния при обучении фигурному катанию, гимнастической подго- товке, обучении прыжкам в воду с высокого трамплина; при поиске устойчивого положения в различных обстоятельствах; при обучении плаванию различными техниками; учет различ- ных свойств газообразных, жидких и твердых тел, свойств га- зов; учет явления резонанса, понимание функционирования сердца человека как автоколебательной системы; уметь отли- чать музыкальные звуки от шума; при оперировании понятием

«внутренняя энергия» в повседневной жизни; учет необратимо- сти процессов в природе при проведении различных экспери- ментов; учет влажности при организации собственной жизнеде-

ятельности; уметь пользоваться приборами для измерения влажности; учет капиллярных явлений в быту; при заморажи- вании продуктов, при покупке мониторов, изготовленных на технологии жидких кристаллов; учет расширения тел при на- гревании, особенностей воды при замораживании; учет в быту явления электризации тел; при соблюдении правил техники безопасности при работе с электрическими приборами, понима- ние принципа работы аккумулятора; использование знаний по- лупроводниковой физики при выборе различной цифровой тех- ники; понимание информации об изменении магнитного поля Земли и его влиянии на самочувствие человека, использование знаний при работе с электроизмерительными приборами; пони- мать причину потерь энергии в электротехнических устрой- ствах; учет явления намагничивания и размагничивания при работе с цифровыми носителями информации; понимание об- ратной связи; эффективное использование электроэнергии в быту, понимание включенности каждого потребителя электро- энергии в энергосистему города/региона/страны; понимать принципы функционирования мобильной (сотовой) связи, по- нимать тенденции развития телевидения (переход «на цифру»); коррекция зрения с помощью подбора очков, линз, выбор фото- аппарата, опираясь на знание его оптических характеристик; оценивать пределы разрешающей способности различных опти- ческих приборов; знать положительное и отрицательное влия- ние ультрафиолетового излучения на человеческий организм; учет относительности при оценке расстояний, скорости; пони- мание принципов создания фотографии; оценивать «энергети- ческий выход» лазерного излучения, используемого в медицин- ских целях; знать способы защиты от радиоактивных излуче- ний; критически оценивать астрономическую информацию в различных источниках.

##### Выпускник на углубленном уровне получит возмож- ность научиться:

* *проверять экспериментальными средствами выдвину-*

*тые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе зна- ния основополагающих физических закономерностей и зако- нов*;

* *описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических экспериментов информацию, опреде- лять ее достоверность*;
* *понимать и объяснять системную связь между основопо- лагающими научными понятиями*: *пространство, время, ма- терия* (*вещество, поле*)*, движение, сила, энергия*;
* *решать экспериментальные, качественные и количе- ственные задачи олимпиадного уровня сложности, используя*

*физические законы, а также уравнения, связывающие физиче- ские величины*;

* *анализировать границы применимости физических зако-*

*нов, понимать всеобщий характер фундаментальных зако- нов и ограниченность использования частных законов*;

* *формулировать и решать новые задачи, возникающие*

*в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности*;

* *усовершенствовать приборы и методы исследования в со- ответствии с поставленной задачей*;
* *использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы для обра- ботки результатов эксперимента*.

Обеспечить достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы, создать основу для само- стоятельного успешного усвоения обучающимися новых зна- ний, умений, видов и способов деятельности должен систем- но-деятельностный подход. В соответствии с этим подходом именно активность обучающихся признается основой достиже- ния развивающих целей образования — знания не передаются в готовом виде, а добываются учащимися в процессе познаватель- ной деятельности.

В результате учебно-исследовательской и проектной дея-

тельности ***выпускник получит представление***:

* о философских и методологических основаниях научной деятельности и научных методах, применяемых в исследова- тельской и проектной деятельности;
* о таких понятиях, как «концепция», «научная гипотеза»,

«метод», «эксперимент», «надежность гипотезы», «модель»,

«метод сбора» и «метод анализа данных»;

* о том, чем отличаются исследования в гуманитарных обла- стях от исследований в естественных науках;
* об истории науки;
* о новейших разработках в области науки и технологий;
* о правилах и законах, регулирующих отношения в науч- ной, изобретательской и исследовательских областях деятель- ности (патентное право, защита авторского права и т. п.);
* о деятельности организаций, сообществ и структур, заин- тересованных в результатах исследований и предоставляющих ресурсы для проведения исследований и реализации проектов (фонды, государственные структуры, краудфандинговые струк- туры и т. п.).

##### Выпускник сможет:

* решать задачи, находящиеся на стыке нескольких учеб- ных дисциплин (межпредметные задачи);
  + использовать основной алгоритм исследования при реше- нии своих учебно-познавательных задач;
  + использовать основные принципы проектной деятельности при решении своих учебно-познавательных задач и задач, воз- никающих в культурной и социальной жизни;
  + использовать элементы математического моделирования при решении исследовательских задач;
  + использовать элементы математического анализа для ин- терпретации результатов, полученных в ходе учебно-исследова- тельской работы.

С точки зрения формирования универсальных учебных дей- ствий, в ходе освоения принципов учебно-исследовательской и проектной деятельностей ***выпускник научится***:

* + формулировать научную гипотезу, ставить цель в рамках исследования и проектирования, исходя из культурной нормы и сообразуясь с представлениями об общем благе;
  + восстанавливать контексты и пути развития того или ино- го вида научной деятельности, определяя место своего исследо- вания или проекта в общем культурном пространстве;
  + отслеживать и принимать во внимание тренды и тенден- ции развития различных видов деятельности, в том числе науч- ных, учитывать их при постановке собственных целей;
  + оценивать ресурсы, в том числе и нематериальные, такие, как время, необходимые для достижения поставленной цели;
  + находить различные источники материальных и нематери- альных ресурсов, предоставляющих средства для проведения исследований и реализации проектов в различных областях де- ятельности человека;
  + вступать в коммуникацию с держателями различных ти- пов ресурсов, точно и объективно презентуя свой проект или возможные результаты исследования, с целью обеспечения про- дуктивного взаимовыгодного сотрудничества;
  + самостоятельно и совместно с другими авторами разраба- тывать систему параметров и критериев оценки эффективности и продуктивности реализации проекта или исследования на ка- ждом этапе реализации и по завершении работы;
  + адекватно оценивать риски реализации проекта и проведе- ния исследования и предусматривать пути минимизации этих рисков;
  + адекватно оценивать последствия реализации своего про- екта (изменения, которые он повлечет в жизни других людей, сообществ);
  + адекватно оценивать дальнейшее развитие своего проекта или исследования, видеть возможные варианты применения результатов.

**Содержание курса**

### **Физика и естественно-научный метод познания природы**

Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания мира. Взаимосвязь между физикой и другими естественными науками. Методы научного исследования физи- ческих явлений. Погрешности измерений физических величин. Моделирование явлений и процессов природы. Закономерность и случайность. Границы применимости физического закона. Физические теории и принцип соответствия. Роль и место фи- зики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей. *Физика и культура*.

### **Механика**

Предмет и задачи классической механики. Кинемати- ческие характеристики движения. Модели тел и движений. Движение точки и тела. Прямолинейное движение точки. Ко- ординаты. Система отсчета. Средняя скорость при неравномер- ном движении. Мгновенная скорость. Описание движения на плоскости. Ускорение. Скорость при движении с постоянным ускорением. Зависимость координат и радиуса-вектора от вре- мени при движении с постоянным ускорением. Свободное паде- ние. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Рав- номерное движение точки по окружности. Угловая скорость. Относительность движения. Преобразования Галилея.

Основное утверждение механики. Взаимодействие тел. Принцип суперпозиции сил. Первый закон Ньютона. Инерци- альные системы отсчета. Сила. Связь между силой и ускорени- ем. Второй закон Ньютона. Масса. Третий закон Ньютона. Ос- новные задачи механики. Состояние системы тел в механике. Принцип относительности в механике.

Сила всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Равенство инертной и гравитационной масс. Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическа скорость. Деформация и сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Невесомость и перегрузки. Сила трения. Природа и виды сил трения. Сила сопротивления при движении тел в вязкой среде.

Неинерциальные системы отсчета, движущиеся прямоли- нейно с постоянным ускорением. Вращающиеся системы отсче- та. Центробежная сила.

Импульс материальной точки и системы тел. Закон измене- ния и сохранения импульса. Реактивная сила. Уравнение Ме- щерского. Реактивный двигатель. Успехи в освоении космиче- ского пространства. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Механическая энергия мате- риальной точки и системы. Закон изменения и сохранения энергии в механике. Столкновение упругих шаров. Уменьше- ние механической энергии под действием сил трения.

Абсолютно твердое тело и виды его движения. Центр масс твердого тела. Теорема о движении центра масс. Основное урав- нение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса.

Условия равновесия твердого тела. Момент силы. Центр тя- жести. Виды равновесия.

Виды деформаций твердых тел. Механические свойства твердых тел. Пластичность и хрупкость. Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Гидродинамика. Ла- минарное и турбулентное течения. Уравнение Бернулли. Подъ- емная сила крыла самолета.

Классификация колебаний. Уравнение движения груза, под- вешенного на пружине. Уравнение движения математического маятника. Гармонические колебания. Период и частота гармо- нических колебаний. Фаза колебаний. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Превращения энергии. Зату- хающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сло- жение гармонических колебаний. Спектр колебаний. Автоко- лебания.

Волновые явления. Поперечные волны. Длина волны. Ско-

рость распространения волны. Продольные волны. Уравнение бегущей волны. Стоячие волны как свободные колебания тел. Волны в среде. Звуковые волны. Скорость звука. Музыкальные звуки и шумы.

Громкость и высота звука. Тембр. Диапазоны звуковых ча- стот. Акустический резонанс. Излучение звука. Ультразвук и инфразвук. Интерференция волн. Принцип Гюйгенса. Закон отражения волн. Преломление волн. Дифракция волн.

### **Молекулярная физика и термодинамика**

Физика и механика. Тепловые явления. Краткий очерк развития представлений о природе тепловых явлений. Термоди- намика и молекулярно-кинетическая теория.

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Экспериментальные доказательства МКТ. Масса моле- кул. Моль. Постоянная Авогадро. Броуновское движение. Силы взаимодействия молекул. Строение газообразных, жидких и твердых тел.

Состояние макроскопических тел в термодинамике. Темпе- ратура. Тепловое равновесие. Равновесные (обратимые) и не- равновесные (необратимые) процессы. Газовые законы. Модель идеального газа. Абсолютная температура. Уравнение состоя- ния идеального газа. Газовый термометр. Применение газов в технике.

Системы с большим числом частиц и законы механики. Иде- альный газ в молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура — мера средней кинетической энергии. Распределение Максвел- ла. Измерение скоростей молекул газа. Внутренняя энергия идеального газа.

Равновесие между жидкостью и газом. Насыщенные пары. Изотермы реального газа. Критическая температура. Критичес- кое состояние. Кипение. Сжижение газов. Влажность воздуха.

Молекулярная картина поверхностного слоя. Поверхност- ная энергия. Сила поверхностного натяжения. Смачивание. Ка- пиллярные явления.

Кристаллические тела. Кристаллическая решетка. Аморф- ные тела. Жидкие кристаллы. Дефекты в кристаллах. Объяс- нение механических свойств твердых тел на основе молеку- лярно-кинетической теории. Плавление и отвердевание. Изме- нение объема тела при плавлении и отвердевании. Тройная точка.

Тепловое расширение тел. Тепловое линейное расширение. Тепловое объемное расширение. Учет и использование теплово- го расширения тел в технике.

Работа в термодинамике. Количество теплоты. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон тер- модинамики. Статистическое истолкование необратимости про- цессов в природе. Тепловые двигатели. Максимальный КПД тепловых двигателей.

### **Электродинамика**

Роль электромагнитных сил в природе и технике. Элек- трический заряд и элементарные частицы. Электризация тел. Закон Кулона. Взаимодействие неподвижных электрических зарядов внутри однородного диэлектрика.

Близкодействие и действие на расстоянии. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпо- зиции полей. Линии напряженности электрического поля. Тео- рема Гаусса. Поле заряженной плоскости, сферы и шара. Про- водники в электростатическом поле. Диэлектрики в электро- статическом поле. Поляризация диэлектриков.

Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле. Потенциал электростатического поля и разность потенциалов. Связь меж- ду напряженностью электростатического поля и разностью по- тенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Измерение раз- ности потенциалов. Экспериментальное определение элемен- тарного электрического заряда.

Электрическая емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Различные типы конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия заряженных конденсаторов и прово- дников. Применения конденсаторов.

Электрический ток. Плотность тока. Сила тока. Электриче- ское поле проводника с током. Закон Ома для участка цепи. Со- противление проводника. Зависимость электрического сопро- тивления от температуры. Сверхпроводимость. Работа и мощ- ность тока. Закон Джоуля—Ленца. Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников. Измерение силы тока, напряжения и сопротивления.

Электродвижущая сила. Гальванические элементы. Аккуму- ляторы. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для участка це- пи, содержащего ЭДС. Работа и мощность тока на участке цепи, содержащем ЭДС. Расчет сложных электрических цепей.

Электрическая проводимость различных веществ. Электрон- ная проводимость металлов. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Закон электролиза. Техническое при- менение электролиза. Электрический ток в газах. Несамостоя- тельный и самостоятельный разряды. Различные типы само- стоятельного разряда и их техническое применение. Плазма. Электрический ток в вакууме. Электронные лампы: диод и три- од. Электронные пучки. Электронно-лучевая трубка. Электри- ческий ток в полупроводниках. Собственная и примесная элек- тропроводимость полупроводников. Электронно-дырочный пе-

реход (*p—n*-переход). Полупроводниковый диод. Транзистор. Термисторы и фоторезисторы.

Магнитные взаимодействия. Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции. Поток магнитной индукции. Линии маг- нитной индукции. Закон Био—Савара—Лапласа. Закон Ампе- ра. Применения закона Ампера. Электроизмерительные прибо- ры. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Ло- ренца. Применение силы Лоренца. Циклический ускоритель.

Открытие электромагнитной индукции. Правило Ленца. За- кон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое по- ле. ЭДС индукции в движущихся проводниках. Индукционные токи в массивных проводниках. Самоиндукция. Индуктив- ность. Энергия магнитного поля тока.

Магнитная проницаемость — характеристика магнитных свойств веществ. Три класса магнитных веществ. Объяснение пара- и диамагнетизма. Основные свойства ферромагнетиков. О природе ферромагнетизма. Применение ферромагнетиков.

Свободные и вынужденные электрические колебания. Про- цессы в колебательном контуре. Формула Томсона. Перемен- ный электрический ток. Действующие значения силы тока и напряжения. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Катушка индуктивности в цепи пере- менного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи. Лам- повый генератор. Генератор на транзисторе.

Генерирование электрической энергии. Генератор перемен- ного тока. Трансформатор. Выпрямление переменного тока. Трехфазный ток. Соединение обмоток генератора трехфазного тока. Соединение потребителей электрической энергии. Асин- хронный электродвигатель. Трехфазный трансформатор. Про- изводство и использование электрической энергии. Передача и распределение электрической энергии. Эффективное использо- вание электрической энергии.

Электромагнитное поле. Электромагнитная волна. Излуче- ние электромагнитных волн. Энергия электромагнитной вол- ны. Свойства электромагнитных волн. Принципы радиосвязи. Амплитудная модуляция. Детектирование колебаний. Про- стейший радиоприемник. Распространение радиоволн. Радио- локация. Понятие о телевидении. Развитие средств связи.

Геометрическая оптика. Световые лучи. Закон прямолиней- ного распространения света. Фотометрия. Сила света. Освещен- ность. Яркость. Фотометры.

Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Отраже- ние света. Плоское зеркало. Сферическое зеркало. Построение изображений в сферическом зеркале. Увеличение зеркала.

Преломление света. Полное отражение. Преломление света в плоскопараллельной пластинке и треугольной призме. Прелом- ление на сферической поверхности. Линза. Фокусное расстоя- ние и оптическая сила линзы. Формула линзы. Построение изо- бражений в тонкой линзе. Увеличение линзы. Освещенность изображения, даваемого линзой. Недостатки линз. Фотоаппа- рат. Проекционный аппарат. Глаз. Очки. Лупа. Микроскоп. Зрительные трубы. Телескопы.

Волновые свойства света. Скорость света. Дисперсия света. Интерференция света. Длина световой волны. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Некоторые применения интерференции. Дифракция света. Теория дифракции. Диф- ракция Френеля на простых объектах. Дифракция Фраунгофе- ра. Дифракционная решетка. Разрешающая способность ми- кроскопа и телескопа. Поперечность световых волн. Поляриза- ция света. Поперечность световых волн и электромагнитная теория света.

Виды излучений. Источники света. Спектры и спектральные приборы. Виды спектров. Спектральный анализ. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения. Рентгеновские лучи. Шкала электромагнитных излучений.

### **Основы специальной теории относительности**

Законы электродинамики и принцип относительности. Опыт Майкельсона. Постулаты теории относительности. Отно- сительность одновременности. Преобразования Лоренца. Отно- сительность расстояний. Относительность промежутков време- ни. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская динамика. Зависимость массы от скорости. Синхрофазотрон. Связь между массой и энергией.

### **Квантовая физика.**

**Физика атома и атомного ядра**

Предмет и задачи квантовой физики. Зарождение кван- товой теории.

Тепловое излучение. Распределение энергии в спектре абсо- лютно черного тела.

Гипотеза Планка о квантах. Фотоэффект. Теория фотоэф- фекта. Фотоны. Применение фотоэффекта.

Опыты П. Н. Лебедева и С. И. Вавилова. Давление света. Хи- мическое действие света. Фотография. Запись и воспроизведе- ние звука в кино.

Спектральные закономерности. Строение атома. Модель Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. По- стулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Эксперимен- тальное доказательство существования стационарных состоя- ний. Трудности теории Бора. Квантовая механика. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов. Соотношение неопределенно- стей Гейзенберга. Волны вероятности. Интерференция вероят- ностей. Многоэлектронные атомы. Квантовые источники све- та — лазеры.

Атомное ядро и элементарные частицы. Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц. Открытие естественной радиоактивности. Альфа-, бета- и гамма-излучение. Радиоак- тивные превращения. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Изотопы. Правило смещения. Искусственное пре- вращение атомных ядер. Открытие нейтрона. Строение атомно- го ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер. Искус- ственная радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер урана. Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор. Термоядер- ные реакции. Применение ядерной энергии. Получение радио- активных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений.

Три этапа в развитии физики элементарных частиц. Откры- тие позитрона. Античастицы. Распад нейтрона. Открытие ней- трино. Промежуточные бозоны — переносчики слабых взаимо- действий. Сколько существует элементарных частиц. Кварки. Взаимодействие кварков. Глюоны.

### **Строение Вселенной**

Применимость законов физики для объяснения приро- ды космических объектов. Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. Общие характеристики планет. Планеты земной группы. Далекие планеты. Солнце и звезды. Классификация звезд. Эволюция Солнца и звезд.

Строение и эволюция Вселенной. Темная материя и темная энергия.

Единая физическая картина мира. Физика и научно-техни- ческая революция.

### **Лабораторный практикум**

1. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.
2. Изучение второго закона Ньютона.
3. Исследование модели движения тела, брошенного под углом к горизонту.
4. Изучение закона сохранения импульса при соударении стальных шаров.
5. Изучение закона сохранения механической энергии.
6. Измерение КПД электродвигателя при поднятии груза.
7. Изучение автоколебаний.
8. Изучение поперечных волн в струне с закрепленными кон- цами.
9. Изучение свойств звуковых волн.
10. Опытная проверка закона Гей-Люссака.
11. Определение процентного содержания влаги в мокром снеге.
12. Изучение распределения молекул идеального газа по ско- ростям (компьютерное моделирование).
13. Изучение идеальной тепловой машины Карно (компью- терное моделирование).
14. Изучение теплового взаимодействия (компьютерное мо- делирование).
15. Измерение модуля Юнга резины.
16. Измерение температурного коэффициента линейного расширения твердых тел.
17. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.
18. Измерение емкости конденсатора.
19. Измерение удельного сопротивления проводника.
20. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
21. Изучение цепи постоянного тока, содержащей ЭДС.
22. Сборка и градуировка омметра.
23. Расширение предела измерения вольтметра/амперметра.
24. Изучение температурной зависимости сопротивления ме- таллов и полупроводников.
25. Изучение процесса прохождения электрического тока в растворах электролитов.
26. Изучение полупроводникового диода.
27. Изучение процессов выпрямления переменного тока.
28. Изучение процесса прохождения тока в биполярном транзисторе.
29. Изучение цепи переменного тока.
30. Изучение резонанса в цепи переменного тока.
31. Измерение коэффициента мощности цепи переменного тока.
32. Изучение однофазного трансформатора.
33. Измерение емкости конденсатора и индуктивности ка- тушки.

**29**

1. Ознакомление с процессами модуляции и демодуляции (детектирования) электромагнитных колебаний.
2. Изучение закона преломления света.
3. Измерение показателя преломления стекла при помощи микроскопа.
4. Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы.
5. Сборка оптических систем.
6. Исследование интерференции света.
7. Исследование дифракции света.
8. Определение длины световой волны при помощи дифрак- ционной решетки.
9. Изучение явлений фотоэффекта. Измерение работы вы- хода электрона.