

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»**

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра ИТ  
Заведующий кафедрой ИТ



В.Н. Тарасова

27 сентября 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

08 сентября 2017 г.



Кафедра «Физика»

Автор Портнов Владимир Иосифович, к.ф.-м.н., доцент

**АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Физика и естествознание»**

Направление подготовки:	<u>27.03.05 – Инноватика</u>
Профиль:	<u>Управление инновациями (по отраслям и сферам экономики)</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2017</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 2 30 сентября 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">Н.А. Клычева</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 2 27 сентября 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">В.А. Никитенко</p>
---	--

## 1. Цели освоения учебной дисциплины

Основной целью изучения учебной дисциплины «Физика и естествознание» является формирование у обучающегося компетенций для следующих видов деятельности:

Организационно-управленческая деятельность

Производственно-технологическая деятельность

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

Организационно-управленческая деятельность:

- организация действий, необходимых при эффективной работе системы управления качеством;
- организация службы управления персоналом;
- содержание управленческого учёта и практическое использование показателей переменных и постоянных затрат на обеспечение качества продукции;
- инвестиции и методы оценки их экономической эффективности;
- управление материальными и информационными потоками при производстве продукции и оказании услуг в условиях всеобщего управления качеством;
- организация контроля и проведения испытаний в процессе производства;
- организация мероприятий по улучшению качества продукции и оказанию услуг.

Производственно-технологическая деятельность:

- непрерывное исследование производственных процессов с целью выявления производительных действий и потерь;
- выявление необходимых усовершенствований и разработка новых, более эффективных средств контроля качества;
- технологические основы формирования качества и производительности труда;
- разработка методов и средств повышения безопасности и экологичности технологических процессов;
- организация информационных технологий в управлении качеством и защита информации;
- осуществление сертификации систем управления качеством.

Дисциплина «Физика и естествознание» даёт знания по общей физике и общие сведения в области прочих естественных наук, таких как химия, биология, астрономия, геология и проч. Изучение курса общей физики и других естественнонаучных дисциплин в техническом университете обусловлено возрастающей ролью фундаментальных наук в подготовке специалиста. Это связано с тем, что внедрение современных высоких технологий в практическую инженерную деятельность предполагает основательное знакомство работников с физическими основами протекания соответствующих процессов, с классическими и с новейшими методами физических исследований. Данный курс даёт возможность будущим специалистам получить требуемые знания в области физики, а также приобрести навыки их дальнейшего пополнения, используя в этих целях различные (в том числе – электронные) источники информации. Более того, программа дисциплины «Физика и естествознание» сформирована таким образом, чтобы не только дать студентам представление об основных разделах физики, познакомить их с наиболее важными экспериментальными и теоретическими результатами, но и провести демаркацию между научным и антинаучным подходом в изучении окружающего мира. Дисциплина учит

студентов строить модели происходящих явлений и процессов, прививая понимание причинно-следственной связи между ними, формируя у будущих специалистов подлинно научное мировоззрение.

Кроме того, физика создает универсальную базу для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывает фундамент последующего обучения в магистратуре, аспирантуре. Она даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает специалистов необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира,
- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач, приобретение навыков экспериментальных исследований и оценки степени достоверности получаемых результатов;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми специалисту придётся сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий.
- ознакомление студентов основными достижениями естественных наук, таких как химия и биология и о месте физики среди естественных наук.

В результате освоения дисциплины «Физика и естествознание» студент должен научиться использовать законы физики в важнейших практических приложениях; позна-комиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения; представлять себе фундаментальные физические эксперименты и их роль в развитии науки. Кроме того, студент должен приобрести навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

Физика как наука о наиболее общих законах природы в той или иной степени имеет непосредственную связь практически со всеми дисциплинами, изучаемыми на протяжении всего институтского курса. В частности, на законах физики основана работа всех современных автоматических устройств передачи, сбора и обработки информации. Именно поэтому в процессе чтения лекций делается упор на физический смысл явлений, наблюдаемых в окружающем мире.

## **2. Место учебной дисциплины в структуре ОП ВО**

Учебная дисциплина "Физика и естествознание" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-7	способностью применять знания математики, физики и естествознания,
-------	--

#### **4. Общая трудоемкость дисциплины составляет**

10 зачетных единиц (360 ак. ч.).

#### **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины «Физика и естествознание» осуществляется в форме лекций, лабораторных работ и практических занятий. Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью на 100 % являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные). Практические занятия и лабораторные работы организованы с использованием техно-логий развивающего обучения. Практический курс выполняется в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач) в объёме 18 академических часов в I семестре и в объёме 18 академических часов в III семестре. За решение задач и участие в обсуждении решений, а также за выполнение домашнего задания практических занятий студентам выставляются оценки по системе РИТМ-МИИТ. Лабораторные работы в объёме 18 академических часов в I семестре и в объёме 18 академических часов во II семестре. План обсуждаемых вопросов приведён в списке контрольных вопросов в конце методических указаний к каждой лабораторной работе. Далее во время защиты лабораторной работы (или цикла лабораторных работ, объединённых единой тематикой) ответ каждого студента оценивается по системе РИТМ-МИИТ. При выполнении лабораторных работ используется виртуальный практикум. Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы. К традиционным видам работы относятся работа с лекционным материалом, работа с учебными пособиями, подготовка к получению допуска, выполнению и защите лабораторных работ, решение задач домашнего задания для практических занятий. Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой системы РИТМ-МИИТ. Весь курс разбит на 17 разделов, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (решение конкретных задач, работа с данными) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые опросы, выполнение тестов с использованием компьютеров или на бумажных носителях..

#### **6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

##### **РАЗДЕЛ 1**

##### **РАЗДЕЛ 1 Кинематика материальной точки**

##### **Тема 1**

Роль теории и эксперимента в развитии физики. Физика и математика. Значение физических методов исследования. Место физики в естествознании. Место механики в курсе общей физики. Физические модели. Пространство и время в механике Ньютона. Кинематика точки. 3х-мерность пространства. Векторы и скаляры. Степени свободы и обобщённые координаты. Системы координат. Преобразование координат. Системы отсчёта. Траектория. Кинематический закон движения. Путь. Перемещение. Скорость.

Ускорение. Физический смысл производной и интеграла.

## Тема 2

Преобразования Галилея. Угловая скорость и ускорение. Уравнения связи. Ускорение нормальное и тангенциальное. Преобразование поворота. Вращающаяся система отсчета с фиксированной осью. Преобразование скорости. Ускорение (собственное, кориолисово, центростремительное, неравномерности вращения).

## РАЗДЕЛ 2

### РАЗДЕЛ 2. Динамика материальной точки

## Тема 3

Динамика: причины (силы) и законы (уравнения) движения. Динамика материальной точки. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея. Сила. Виды сил. Закон всемирного тяготения. Упругие силы. Силы сухого и жидкого трения. Масса.

## Тема 4

2й закон Ньютона как задача Коши. Задача с блоками. Баллистическая задача на наклонной плоскости. Условие окончания движения. Приближенное решение уравнений движения в электронной таблице Excel для маятника и закона Кулона.

## Тема 5

Динамика системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Импульс. Закон изменения и сохранения импульса. Использование симметрии задачи. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Уравнение Циолковского. Работа. Вычисление работы сил тяготения и упругой силы. Потенциальные и непотенциальные (консервативные и неконсервативные) силы. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон превращения и сохранения механической энергии. Связь между силой и потенциальной энергией

## Тема 6

Примеры решения задач. Общезначимый закон сохранения энергии.

## РАЗДЕЛ 3

### РАЗДЕЛ 3 Вращательное движение

## Тема 7

Движение твердого тела. Виды плоского и пространственного движения. Мгновенные центры вращения для скорости и ускорения. Вектор угловой скорости. Механика твердого тела. Теорема о движении центра масс. Центр масс. Момент силы и момент импульса относительно точки и оси. Закон изменения и сохранения момента импульса. Момент инерции тела, примеры вычисления. Теорема Штейнера. Закон сохранения

момента импульса системы тел, примеры его проявления.

## Тема 8

Тензор инерции, моменты инерции в главных осях. Неустойчивость "средней" оси. Уравнение Ньютона для вращения. Гироскоп. Динамика плоского движения. Кинетическая энергия при вращательном и плоском движении тела. Аналогия поступательного и вращательного движений. Движение в центральном поле. Применение законов сохр. к решению задач небесной механики. Законы Кеплера.

## Тема 9

Законы механики в неинерциальных системах от-счета. Силы инерции. Принцип эквивалентности. Не-весомость. Центробежная и кориолисова силы инерции, примеры их проявления в СО, связанной с Зем-лей. Приливы и отливы.

## РАЗДЕЛ 4

### РАЗДЕЛ 4. Механика сплошной среды

## Тема 10

Дискретное и континуальное рассмотрение. Теория твердого тела. Модуль Юнга и модуль сдвига. Мо-дуль объемного сжатия. Изгиб балки. Кручение стержня. Предел упругости. Построение эпюр разре-зающих и продольных сил и крутящих моментов. Хрупкость и пластичность твердых тел.

## Тема 11

Элементы гидродинамики. Понятие о турбулентном, ламинарном и стационарном течениях жидкости и газа. Идеальная и вязкая жидкости. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли. Движение вязкой жидкости. Закон Ньютона для силы внутреннего трения. Течение вязкой жидкости по трубе: распределение скоростей по сечению трубы; формула Пуазейля. Закон подобия (число Рейнольдса). Формула Стокса. Неньютоновские жидкости. Учебный фильм по механике твердых и жидких тел

## РАЗДЕЛ 5

### РАЗДЕЛ 5. Феноменологическая термодинамика

## Тема 12

Место термодинамики в курсе физики. Ведение в фе-номенологическую термодинамику. Температура и др. величины. Уравнения состояния. Теплота и рабо-та. 0-е, 1-е, 2-е и 3-е начала Цикл Карно.

## Тема 13

Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Термодинамические потенциалы. Энтальпия, свободная энергия. Законы сохранения в термодинамике. Ударная волна. Принцип Ле Шателье.

## РАЗДЕЛ 6

### РАЗДЕЛ 6. Статистическая термодинамика

#### Тема 14

МКТ. Понятия теории вероятности. Распределение Пуассона, Гауссиана, Максвелла, ЦПТ. Фазовый объем, Броуновское движение, эргодическая гипотеза. Число Авогадро. Распределение Максвелла. Опыт Штерна. Распределение Больцмана.

#### Тема 15

Статсумма для идеального газа, смеси, реакции  $2A \rightleftharpoons B$ . Энтропия перемешивания. Осмос. Демон-страционный фильм о кинетике молекул.

## РАЗДЕЛ 7

### РАЗДЕЛ 7. Термодинамика конденсированного состояния

#### Тема 16

Калориметрия. Фазовый переход I рода. Диффузия и теплопроводность. Функция Грина. Явление переноса в газах. Диффузия, теплопроводность и внутреннее трение. Задача Стефана. Связь длины свободного пробега и коэффициента диффузии. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критические значения давления, объема и температуры. Равновесие фаз. Тройная точка. Давление насыщенного пара.

#### Тема 17

Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Ионное производство. Молекулярные силы в жидкостях. Потенциал Ленарда-Джонса. Поверхностное натяжение. Энергия связи у поверхности. Избыточное давление. Угол смачивания. Адсорбция. ПАВ. Кристаллы. Закон Дюлонга и Пти. Вымораживание степеней свободы. Типы связей в кристаллах и типы кристаллических решеток. Дефекты в кристаллах. Виды дислокаций и их движение.

#### Тема 18

Заключительная лекция по механике и термодинамике

## Экзамен

## РАЗДЕЛ 8

### РАЗДЕЛ 8 Теория относительности

#### Тема 19

Неинвариантность одновременности. Преобразования Лоренца. 4-векторы. Инварианты. Энергия покоя. Закон сложения скоростей. Парадокс близнецов. Сохранение энергии и импульса. Упругое рассеяние фотона на частице..

## РАЗДЕЛ 9

### РАЗДЕЛ 9 Электростатика

#### Тема 20

Электростатика. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности. Поток напряженности. Неустойчивость системы зарядов. Диполь. Теорема Гаусса. Энергия электрического поля. Циркуляция напряженности. Работа по перемещению заряда.

#### Тема 21

Проводники в электростатическом поле. Электроемкость. Плотность энергии поля. Бесконечность энергии поля точечного заряда. Метод изображения.

#### Тема 22

Диэлектрики. Механизмы поляризации. Связанные заряды.  $D$ .  $\epsilon$ . Аддитивность  $(\epsilon-1)/(\epsilon+2)$  в смесях. Поляризация в анизотропных кристаллах. Сегнетоэлектрики. Электролиты.

## РАЗДЕЛ 10

### РАЗДЕЛ 10. Постоянный ток

#### Тема 23

Закон Ома. Э.д.с. Правила Кирхгофа. Переходные процессы

## РАЗДЕЛ 11

### РАЗДЕЛ 11. Магнитное поле

#### Тема 24

Магнитное поле. Закон Био-Савара, Силы Ампера и Лоренца. Принцип суперпозиции для магнитного поля. Взаимодействие токов. Кажущееся нарушение 3-го закона Ньютона. Поток и циркуляция магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость вещества. Ларморова частота.

#### Тема 25

Частицы в электрическом и магнитном полях. Проводник в магнитном поле. Эффект Холла. Преобразование Лоренца для  $E$  и  $B$ .



## Тема 26

Теорема о циркуляции. Поле провода. Ток смещения. Отсутствие магнитных зарядов. Граничные условия в сверхпроводниках. Контур в магнитном поле. Соленоид и тороид. Электромагнитная индукция. Токи Фуко.

## РАЗДЕЛ 12

### РАЗДЕЛ 12. Электродинамика

## Тема 27

Поле в веществе. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Домены Гис-терезис. Квазистационарные токи. Импеданс. Колебательный контур. Добротность контура. Цепи магнитного потока. Скин эффект. Кинетические явления в растворах. Плазма. Магнитомеханические явления.

## Тема 28

Электродвигатели. Основные законы.

## РАЗДЕЛ 13

### РАЗДЕЛ 13. Колебания

## Тема 29

Кинематика колебаний. Гармоническое колебание: амплитуда, период, частота, фаза. Сложение коллинеарных колебаний с одинаковыми частотами. Биеция. Фигуры Лиссажу. Ангармонические колебания.

## Тема 30

Динамика механических колебаний. Свободные затухающие колебания. Превращения энергии при свободных механических колебаниях.

## Тема 31

Собственные частоты в системе с несколькими степенями свободы. Вынужденные колебания. Резонанс. Добротность осциллятора. Связанные осцилляторы. Автоколебания. Параметрический резонанс.

## РАЗДЕЛ 14

### РАЗДЕЛ 14. Волны

## Тема 32

Вывод волнового уравнения. Кинематика волновых процессов. Стоячие волны. Продольные и поперечные упругие волны. Бегущая волна. Монохроматическая волна. Длина волны и волновое число. Фронт, волновые поверхности, лучи.

#### Тема 33

Плотность энергии и импульса волны. Сферические волны. Понятие о явлениях интерференции и дифракции. Дисперсия нормальная и аномальная. Фазовая и групповая скорости. Волновой пакет и его расплывание. Принцип неопределенности.

#### Тема 34

Плоская поляризованная электромагнитная волна. Перпендикулярность  $E$  и  $B$ . Скорость волны. Поляризация. Плотность энергии волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Луч. Толщина луча. Пучок лучей. Конгруэнция. Дифракционные ограничения.

#### Тема 35

Закон преломления. Полное внутреннее отражение. Оптический путь. Принцип наименьшего оптического пути. Таутохронность путей. Скин-эффект. Поглощение, рассеяние (з-н Бугера). Волны в плазме

#### Тема 36

Заключительная лекция по электродинамике.

### РАЗДЕЛ 15

#### РАЗДЕЛ 15. Волновая оптика

#### Тема 37

Приближение геометрической оптики. Предмет и изображение. Параксиальное приближение. Линзы и зеркала. Оптическая сила линзы. Фокусы и основные уравнения. Кардинальные точки. Система из двух линз. Толстая линза. Аберрации оптических систем 3-го порядка. Каустики. Радуга. Фотометрические и энергетические величины. Ламбертовские источники. Восприятие света человеческим глазом. RGB-теория.

#### Тема 38

Интерференция света. Пространственная и временная когерентность. Интерференционной картины от двух источников. Оптическая разность хода. Полосы равной толщины (кольца Ньютона) и равного наклона. Интерференция в тонких пленках. Применение интерференции света. Просветление оптики.

#### Тема 39

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля Спираль Корню. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Многолучевая интерференция. Интерферометры. Разрешающая сила объектива. Понятие о голографии.

#### Тема 40

Эффекты поляризации. Поляризаторы. Закон Малю-са. Формулы Френеля для отражения света. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление. Плоская волна и вектор Умова-Пойнтинга в 2-осно кристалле. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Интерференция поляризованных лучей. Искусственная оптическая анизотропия при деформациях.. Эффект Фарадея. Эффекты Керра и Коттон-Мутона. Оптически активные вещества.

#### Тема 41

Излучение света ускоренными зарядами. Векторный и скалярный потенциал движущегося заряда. Запаздывающие потенциалы. Дипольное излучение. Радиационное трение. Поле заряда, движущегося равноускоренно. Черенковское излучение. Разложение плоской волны по сферическим гармоникам. Рассеяние света. Теория Ми. Гало. Рэлеевское рассеяние. Эффект Тиндаля. Рассеяние на зарядах (Томпсоновское и эффект Комптона). Обнаружение квантовой природы излучения (законы фотоэф-фекта). Комбинационное (Рамановское) рассеяние. Рассеяние Мандельштамма-Бриллюэна. Резонанс-ная флуоресценция. Реальные спектры рассеяния фотонов. Рождение  $e^+e^-$  пар.

### РАЗДЕЛ 16

#### РАЗДЕЛ 16. Квантовая механика

#### Тема 42

Абсолютно черное тело и его излучение. Статсумма для электромагнитных волн. Закон Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза фотонов. Статистика Бозе-Энштейна. Формула Планка. Закон Стефана. Смещение Вина.

#### Тема 43

Квантовомеханическое описание поведения элек-трона. Волны де Бройля. Уравнение Шредингера. Фи-зический смысл волновой функции. Соотно-шение неопределенностей Гейзенберга. Стационар-ные со-стояния, квантовые числа. Частица в одномерном по-тенциальном ящике с бесконечными стенками. Тун-нельный эффект. Квазистационарные состояния.

#### Тема 44

Строение атома и атомные спектры. Теория водородоподобного атома. Дублетная структура. Мультиплеты.

#### Тема 45

Зонная теория. Зависимость энергии электрона от волнового вектора в  $k$ -пространстве. Запрещенные зоны. Металлы. Эффективная масса и подвижность электронов в металле. Способ определения концентрации и подвижности носителей тока в металлах. Эффект Холла. Температурная зависимость электро-сопротивления металлов. Закон Маттиссена.

Тема 46

Полупроводники. Легированные (n- и p- типа). Уро-вень Ферми в полупроводниках. Температурная зави-симость проводимости. Термосопротивление, фото-сопротивление, p-p-переход. Контактная раз-ность потенциалов и контактное сопротивление. Полупро-водниковые диоды.

Тема 47

Квантовый электронный газ. Статистика Ферми - Ди-рака. Распределение электронов по энергиям. Темпе-ратура вырождения. Теория теплоемкости Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Фононы. Сверх-проводимость. Эффект Мейсснера. Теория БКШ. Ла-зеры.

Тема 48

Магнитные свойства атома. Орбитальный, спино-вый и ядерный магнитные моменты. Гиромагнитное от-ношение, фактор  $g$ , магнетон Бора. Диамагне-тизм. Парамагнетизм. Закон Кюри и закон Кюри-Вейсса. Парамагнетизм свободных электронов. Парамагнит-ный резонанс.

Тема 49

Ферромагнетизм. Кривая намагничивания, петля ги-стерезиса, анизотропия. Природа ферромагнетиз-ма. Модель двух подрешеток. Точки Кюри и Нееля.

РАЗДЕЛ 17

РАЗДЕЛ 17. Ядерная физика и физика элементарных частиц

Тема 50

Стабильные ядра и ядерные силы. Протон и нейтрон (нуклоны). Ядро. Формула Вайцекера. Ядерные мо-дели. Методы исследования ядерных сил. Эффектив-ное сечение взаимодействия. Мезонная теория. Адро-ны. Неустойчивые ядра.

Тема 51

Естественная радиоактивность. Статистический ха-рактер распада. Период полураспада. Активность. Единицы измерения. Радиоактивные ряды. Транс-урановые элементы. Альфа-распад. Бета-распад. Нейтрино. Опыты Аллена. Эффект Мессбауэра и его применение.

## Тема 52

Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Ионизационные потери и пробег заряженных частиц в веществе. Биологическое действие излучений и защита от них. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Цепная реакция и ядерные реакторы. Термоядерный синтез.

## Тема 53

История открытия элементарных частиц. Классификация частиц и виды их взаимодействия. Свойства (характеристики) частиц; законы сохранения.

## Тема 54

Заключительная лекция по достижениям современной физики