

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНСРОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор-проректор
по учебной работе
Н.Н.Сухих

«14» февраля 2018
года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация
воздушного движения**

Специализация

Организация аэронавигационного обеспечения полетов воздушных судов

Квалификация (степень) выпускника:
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2018

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются формирование знаний об основных физических явлениях, фундаментальных понятиях о законах и теориях классической и современной физики, а также методах практического приложения физических знаний; формирование физического мышления и основ естественнонаучной картины мира; овладение приемами и методами решения конкретных практических задач из разных областей физики.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных физических явлений;
- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами практического приложения физических знаний для аэронавигационного обеспечения полетов;
- формирование физического мышления и основ естественнонаучной картины мира;
- овладение приемами и методами решения конкретных практических задач как из разных областей физики, так и аэронавигации.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому виду профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физика» представляет собой дисциплину, относящуюся к базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

Дисциплина «Физика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Математика».

Дисциплина является обеспечивающей для дисциплин «Механика», «Электротехника и электроника», «Аэродинамика и динамика полета»

Дисциплина изучается во 2-м и 3-м семестрах.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Перечень и код компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|--|--|
| Способность представить современную картину мира на основе | Знать: - методы и приемы организации процесса получения и систематизации знаний; основные единицы измерения физических величин, |

| Перечень и код компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|--|
| <p>целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры (ОК-1)</p> | <p>методику самообразования, касающуюся решения задач аэронавигации</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для объяснения физических явлений и для решения физических задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологиями организации процесса самообразования, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки; - основными методами измерения физических величин и решения физических задач. |
| <p>Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОК-2)</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - как выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе производственно-технологической деятельности в области технической эксплуатации летательных аппаратов и двигателей, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат - приемы применения основных законов физики при обсуждении полученных результатов аэронавигационных расчетов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе производственно-технологической деятельности в области аэронавигации, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; - использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; - используя знания основных физических процессов и явлений, применять их при обсуждении полученных результатов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приемами выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе производственно-технологической деятельности в области аэронавигации, привлекать для их |

| Перечень и код компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|--|--|
| | <p>решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <ul style="list-style-type: none"> - используя знания основных физических процессов и явлений, применять их при обсуждении полученных результатов. |
| <p>Обладание математической и естественнонаучной культурой как частью профессиональной и общечеловеческой культуры (ОК-32)</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физические основы механики; - основные понятия, законы и модели механики, электричества и магнетизма, колебаний и волн, квантовой физики, молекулярной физики и термодинамики, оптики, атомной и ядерной физики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов. |
| <p>Способность и готовность использовать на практике базовые знания и методы математики и естественных наук (ОК-40)</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы теоретического и экспериментального исследования в физике; - основные математические методы решения профессиональных задач авиационного обеспечения полетов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать типовые задачи по основным разделам курса физики, используя методы математического анализа; - применять математические методы при решении типовых профессиональных задач. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов; - методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента. |
| <p>Владение методами</p> | <p>Знать:</p> |

| Перечень и код компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|--|
| анализа и синтеза изучаемых явлений и процессов (ОК-42) | - понятия анализа и синтеза; Уметь: - анализировать явления и процессы; Владеть - современными методами анализа и синтеза при обработке получаемой информации. |
| Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ПК-21) | Знать: - как использовать основные методы аэронавигационных расчетов; - используя знания об основных физических процессах и явлениях, применять их при обсуждении, полученных результатов. Уметь: - использовать основные методы аэронавигационного обеспечения полетов; - используя знания об основных физических процессах и явлениях, применять их при обсуждении полученных результатов. Владеть: - способностью и быть готовым к использованию основных методов аэронавигационного обеспечения полетов; - методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.. |
| Умение использовать основные приемы обработки экспериментальных данных при решении профессиональных задач (ПК-25) | Знать: - основные понятия по обработке экспериментальных данных; Уметь: - обрабатывать экспериментальные данные; Владеть: - приемами обработки данных |

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов.

| Наименование | Всего часов | Семестры | |
|-------------------------------|-------------|----------|-----|
| | | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 288 | 144 | 144 |

| | | | |
|--|-----|------|------|
| Контактная работа: | 179 | 92,5 | 86,5 |
| лекции (Л) | 64 | 36 | 28 |
| практические занятия (ПЗ) | 64 | 36 | 28 |
| семинары (С) | - | - | - |
| лабораторные работы (ЛР) | 46 | 18 | 28 |
| курсовой проект (работа) | - | - | - |
| Самостоятельная работа студента (СРС) | 42 | 18 | 24 |
| Промежуточная аттестация: | 72 | 36 | 36 |
| контактная работа | 5 | 2,5 | 2,5 |
| самостоятельная работа по подготовке к экзаменам | 67 | 33,5 | 33,5 |

5 Содержание дисциплины

5.1. Соотнесение разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Разделы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | | | | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---|------------------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------|
| | | ОК - 1 | ОК - 2 | ОК - 32 | ОК - 40 | ОК - 42 | ПК - 21 | | |
| Раздел 1. Физические основы механики | 36 | + | + | + | + | + | + | ВК, Л, ИЛ, ЛВ, КС, ПЗ, ЛР | У, Д, РМГ, ЗЛР |
| Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика | 28 | + | + | + | + | + | + | Л, ИЛ, ЛВ, КС, ПЗ, ЛР | СРС, Д, РМГ, ЗЛР |
| Раздел 3. Электричество и магнетизм | 44 | + | + | + | + | + | + | Л, ИЛ, ЛВ, КС, ПЗ, ЛР | СРС, Д, РМГ, ЗЛР |
| Раздел 4. Колебания и волны | 34 | + | + | + | + | + | + | Л, ИЛ, ЛВ, КС, ПЗ, ЛР | СРС, Д, РМГ, ЗЛР |
| Раздел 5. Оптика | 42 | + | + | + | + | + | + | Л, ИЛ, ЛВ, КС, ПЗ, ЛР | СРС, Д, РМГ, ЗЛР |
| Раздел 6. Квантовая физика | 16 | + | + | + | + | + | + | Л, ИЛ, ПЗ | СРС, Д |
| Раздел 7. Атомная и ядерная физика | 16 | + | + | + | + | + | + | Л, ИЛ, ПЗ | СРС, Д |
| Итого по дисциплине | 216 | | | | | | | | |
| Промежуточная аттестация | 72 | | | | | | | | |

| Разделы дисциплины | Количество часов | Компетенции | | | | | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---------------------|------------------|-------------|--------|---------|---------|---------|---------|----------------------------|--------------------|
| | | ОК - 1 | ОК - 2 | ОК - 32 | ОК - 40 | ОК - 42 | ПК - 21 | | |
| Всего по дисциплине | 288 | | | | | | | | |

Сокращения: Л – лекция, ИЛ – интерактивная лекция, ЛВ – лекция – визуализация, КС - компьютерная симуляция, ПЗ – практические занятия, ЛР - лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, У – устный опрос, ВК – входной контроль, ЗЛР – защита лабораторной работы. Д – дискуссия, ИМ – исследовательский метод, РМГ - работа в малых группах.

5.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Физические основы механики

Кинематика материальной точки. Динамика материальной точки. Понятие состояния в классической механике, уравнения движения. Законы сохранения. Работа и энергия. Кинематика и динамика твердого тела. Тяготение. Элементы теории поля. Кинематика и динамика жидкости и газов. Элементы специальной теории относительности. Основы релятивистской механики и принцип относительности.

Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

Законы идеальных газов. Три начала термодинамики. Кинетическая теория газов. Термодинамические функции состояния. Фазовые равновесия и фазовые переходы. Элементы неравновесной термодинамики. Классическая и квантовая статистики. Кинетические явления. Конденсированное состояние. Реальные газы и пары. Жидкости. Твердые тела.

Раздел 3. Электричество и магнетизм

Электростатика в вакууме и веществе. Постоянный электрический ток. Электрический ток в металлах, вакууме и газах. Магнитостатика в вакууме и веществе. Электромагнитная индукция. Магнитные свойства вещества. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Квазистационарные токи. Принцип относительности в электродинамике.

Раздел 4. Колебания и волны

Механические и электромагнитные (электрические) колебания. Гармонические и ангармонический осцилляторы. Физический смысл спектрального разложения. Кинематика волновых процессов. Элементы Фурье-оптики. Основы акустики. Электромагнитные волны. Интерференция и дифракция волн.

Раздел 5. Оптика.

Геометрическая оптика. Волновая оптика. Молекулярная оптика. Действие света. Фотометрия. Поляризованный свет

Раздел 6. Квантовая физика

Корпускулярно-волновой дуализм. Принцип неопределенности. Квантовые состояния. Принцип суперпозиции. Квантовые уравнения движения. Операторы физических величин. Природа химической связи. Квантовые оптические генераторы.

Раздел 7. Атомная и ядерная физика

Атом. Ионизация атомов и молекул. Энергетический спектр атомов и молекул. Люминесценция. Состав ядра. Энергия связи ядер. Ядерные силы. Магнитные и электрические свойства ядер. Ядерные модели. Радиоактивный распад и законы сохранения. Прохождение заряженных частиц и гамма-излучения через вещество. Ядерные реакции. Физические основы ядерной энергетики. Элементарные частицы.

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий

| Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | С | ЛР | СРС | КР | Всего часов |
|---|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| Раздел 1. Физические основы механики | 16 | 8 | - | 6 | 6 | - | 36 |
| Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика | 6 | 8 | - | 6 | 8 | - | 28 |
| Раздел 3. Электричество и магнетизм | 14 | 20 | - | 6 | 4 | - | 44 |
| Итого за 2 семестр: | 36 | 36 | - | 18 | 18 | - | 108 |
| Раздел 4. Колебания и волны | 8 | 8 | - | 14 | 4 | - | 34 |
| Раздел 5. Оптика | 8 | 8 | - | 14 | 12 | - | 42 |
| Раздел 6. Квантовая физика | 6 | 6 | - | - | 4 | - | 16 |
| Раздел 7. Атомная и ядерная физика | 6 | 6 | - | - | 4 | - | 16 |
| Итого за 3 семестр: | 28 | 28 | - | 28 | 24 | - | 108 |
| Итого по дисциплине | 64 | 64 | - | 46 | 42 | - | 216 |
| Промежуточная аттестация | | | | | | | 72 |
| Всего по дисциплине | | | | | | | 288 |

Сокращения: С – семинар, КР – курсовая работа

5.4. Лабораторный практикум

| Раздел дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоёмкость |
|--------------------|---|--------------|
| 2 семестр | | |
| 1 | Лабораторная работа №1 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Теория погрешностей | 2 |
| 1 | Лабораторная работа №2 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Простейшие измерения | 2 |
| 1 | Лабораторная работа №3 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Исследование центрального удара шаров | 2 |
| 1 | Лабораторная работа №4 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение коэффициента внутреннего трения авиационных масел | 2 |
| 3 | Лабораторная работа №5 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение удельного сопротивления проволоки | 2 |
| 3 | Лабораторная работа №6 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли | 2 |
| Итого за 2 семестр | | 18 |
| 3 | Лабораторная работа №1 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение удельного заряда электрона | 2 |
| 4 | Лабораторная работа №2 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение коэффициента затухания и добротности колебательной системы физического маятника | 2 |
| 4 | Лабораторная работа №3 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Исследование свойств стоячих электромагнитных волн | 2 |
| 5 | Лабораторная работа №4. (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение длины волны света лазера при помощи дифракционной решетки | 4 |
| 5 | Лабораторная работа №5 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Закон Малюса и исследование свойств поляризованного света. | 4 |
| 5 | Лабораторная работа №6 (Исследовательский | 2 |

| Раздел дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоёмкость |
|---------------------|---|--------------|
| | метод, работа в малых группах). Определение фокусного расстояния линзы | |
| 5 | Лабораторная работа №7 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Моделирование оптических приборов и определение их увеличения | 4 |
| 5 | Лабораторная работа №8 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение расстояния между щелями в опыте Юнга | 2 |
| 5 | Лабораторная работа №9 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение радиуса кривизны с помощью колец Ньютона | 2 |
| 5 | Лабораторная работа №10 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Исследование дисперсии оптического стекла | 2 |
| 7 | Лабораторная работа №11 (Исследовательский метод, работа в малых группах). Определение энергии диссоциации двухромовокислого калия | 2 |
| Итого за 3 семестр | | 28 |
| Итого по дисциплине | | 46 |

5.5. Практические занятия

| Раздел дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоёмкость (час.) |
|-------------------|--|---------------------|
| 2 семестр | | |
| 1 | Практическое занятие №1 Кинематика | 4 |
| 1 | Практическое занятие №2 (Дискуссия) Динамика материальной точки | 2 |
| 1 | Практическое занятие №3 (Дискуссия) Работа и энергия | 2 |
| 1 | Практическое занятие №4 (Дискуссия) Механика твердого тела | 4 |
| 1 | Практическое занятие №5 (Дискуссия) Релятивистская механика | 2 |
| 2 | Практическое занятие №6 (Дискуссия) Первый закон термодинамики. Теплоемкость | 2 |
| 2 | Практическое занятие №7 (Дискуссия) Статистические методы в молекулярно- | 2 |

| Раздел дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоёмкость (час.) |
|----------------------------|---|---------------------|
| | кинетической теории. Явления переноса | |
| 2 | Практическое занятие №8 (Дискуссия) Второй закон термодинамики. Энтропия. Круговые процессы | 4 |
| 2 | Практическое занятие №9 (Дискуссия) Реальные газы | 2 |
| 3 | Практическое занятие №10 (Дискуссия) Электростатика | 2 |
| 3 | Практическое занятие №11 (Дискуссия) Постоянный электрический ток | 4 |
| 3 | Практическое занятие №12 (Дискуссия) Магнитное поле | 2 |
| 3 | Практическое занятие №13 (Дискуссия) Электромагнитная индукция | 4 |
| Итого за 2 семестр | | 36 |
| 3 семестр | | |
| 4 | Практическое занятие №1 (Дискуссия) Акустика | 4 |
| 5 | Практическое занятие №2 (Дискуссия) Фотометрия. Геометрическая оптика | 4 |
| 5 | Практическое занятие №3 (Дискуссия) Энергия электромагнитных волн. Интенсивность света. | 4 |
| 5 | Практическое занятие №4 (Дискуссия) Интерференция света. Дифракция света | 4 |
| 5 | Практическое занятие №5 (Дискуссия) Дисперсия. Поглощение света. Рассеяние света | 4 |
| 6 | Практическое занятие №6 (Дискуссия) Тепловое излучение | 4 |
| 7 | Практическое занятие №7 (Дискуссия) Радиоактивность. Ядерные реакции | 4 |
| Итого за 3 семестр | | 28 |
| Итого по дисциплине | | 64 |

ПЗ – практическое занятие

5.6. Самостоятельная работа

| Раздел дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоёмкость (часы) |
|-------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | |

| Раздел дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоёмкость (часы) |
|-------------------|---|---------------------|
| 2 семестр | | |
| 1 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Кинематика поступательного движения. Плоское движение. Секторная скорость. Законы Ньютона. Закон изменения полного импульса. Движение тела переменной массы. Центр масс [1-5, 9, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 1 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Кинематика вращательного движения. Момент импульса. Момент силы. Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера Закон изменения момента импульса. Гироскопы [1-5, 9, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 1 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Работа. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения. Теорема Кёнига. Потенциальная сила и потенциальная энергия. Закон изменения полной механической энергии [1-5, 9, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 1 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Законы сохранения в механике. Связь законов сохранения с симметриями пространства и времени [1-3, 9, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 1 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Сила Кориолиса [1-5, 9, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 1 | Изучение теоретического материала. Движение в поле центральной силы. Законы Кеплера. Космические скорости [1-5, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Определение Перреном числа Авогадро [1-3, 6, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 2 | Изучение теоретического материала. | 1 |

| Раздел дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоёмкость (часы) |
|-------------------|--|---------------------|
| | Средняя длина свободного пробега молекул идеального газа. Явления переноса. Вязкость газов. Теплопроводность газов. Диффузия в газах [1-3, 6, интернет-ресурсы]. | |
| 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Второе начало термодинамики. Круговые процессы. Цикл Карно. Неравенство Клазиуса. [1-3, 6, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Энтропия. Свойство энтропии. Энтропия и вероятность. Теорема Нернста [1-3, 6, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Экспериментальные изотермы. Пересыщенный пар и перегретая жидкость [1-4, 6, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Отличительные черты кристаллического состояния. Физические состояния кристаллических решеток. Теплоемкость кристаллов [1-4, 6, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Строение жидкостей. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Явления на границе жидкости и твердого тела. Капиллярные явления [1-3, 6, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 2 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Фазовые равновесия и превращения. Испарения и конденсация. Плавление и кристаллизация. Диаграмма состояния [1-3, 6, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 3 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Электрический ток и его характеристики. Классическая электронная теория | 1 |

| Раздел дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоёмкость (часы) |
|---------------------------|--|---------------------|
| | электропроводности металлов. Работа выхода электрона из металла. Термоэлектронная эмиссия [1-4, 7, интернет-ресурсы]. | |
| 3 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Электрический ток в жидкостях, газах и плазме. Законы Фарадея для электролиза. Закон Ома для плотности тока в электролитах. Электропроводность газов. Газовый разряд. Плазма [1-4, 7, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 3 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Магнитные моменты атомов. Намагниченность. Диа-, парамагнетики. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Ферромагнетики [1-4, 7, интернет-ресурсы]. | 1 |
| 3 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Общая характеристика теории Максвелла для электромагнитного поля. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля [1-4, 7, интернет-ресурсы]. | 1 |
| Итого за 2 семестр | | 18 |
| 3 семестр | | |
| 4 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Продольные и поперечные волны в упругой среде. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость и энергия упругих волн. Групповая скорость. Эффект Доплера в акустике [1-4, интернет-ресурсы]. | 4 |
| 5 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Свойства электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Излучение электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектрических сред. Эффект Доплера для электромагнитных волн [1-4, 7, интернет-ресурсы]. | 4 |

| Раздел дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоёмкость (часы) |
|----------------------------|--|---------------------|
| 5 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Скорость света. Опыт Физо и опыт Майкельсона [1-4, 8, интернет-ресурсы]. | 4 |
| 5 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ЛР, ПЗ и У. Оптические приборы (Лупа. Зрительная труба Кеплера. Зрительная труба Галилея. Микроскоп) [1-3, 8, интернет-ресурсы]. | 4 |
| 6 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ПЗ и У. Гипотез де Бройля. Неопределенность Гейзенберга. Вероятностный смысл волновой функции. Уравнение Шрединберга. Туннелирование. Операторный вид физических величин [1-3, интернет-ресурсы]. | 4 |
| 7 | Изучение теоретического материала. Подготовка к ПЗ и У. Классификация элементарных частиц. Лептоны. Адроны. Кварки. Переносчики фундаментальных взаимодействий [1-3, интернет-ресурсы]. | 4 |
| Итого за 3 семестр | | 24 |
| Итого по дисциплине | | 42 |

5.7 Курсовые работы

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Трофимова, Т. И. **Курс физики** [Текст]: учеб. пособие / Т.И.Трофимова. - М.:Академия, 2008.-558 с.- ISBN 978-5-7695-5782-8. Количество экземпляров 50.

2 Бондарев, Б. В. **Курс общей физики**. В 3-х т. Книга 1: Механика. Учебник для бакалавров [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин — Электрон. дан. — М.: Юрайт, 2018 — 353с. — ISBN: 978-5-9916-1753-6, 978-5-9916-2321-6 — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/C58E0BBB-C423-4759-959F-9274A38E679B/kurs-obschey-fiziki-v-3-kn-kniga-1-mehanika> Книга 2:

<https://biblio-online.ru/book/E7ADA2F4-0719-4286-99F9-C06E830661D3/kurs-obschey-fiziki-v-3-kn-kniga-2-elektromagnetizm-optika-kvantovaya-fizika> Книга 3: <https://biblio-online.ru/viewer/96A19159-3AD2-4326-A052-BBE0D3BBF93F/kurs-obschey-fiziki-v-3-kn-kniga-3-termodinamika-statisticheskaya-fizika-stroenie-veschestva> — Загл. с экрана. свободный (дата обращения 18.01.2018).

3 Волькенштейн, В.С. **Сборник задач по общему курсу физики** [Текст]. В.С.Волькенштейн- С-Пб: Специальная литература, 1997. — 328 с. — ISBN 5-86457-033-8. Количество экземпляров 80.

б) дополнительная литература:

4 Детлаф, А.А. **Справочник по физике для инженеров и студентов вузов** [Текст]: справочник / А.А. Детлаф, Б.М.Яворский.- М: Высш.шк. 2002. — 718 с. — ISBN 978-5-488-01477-0. Количество экземпляров 1.

5 **Физика. Методические указания по выполнению лабораторных работ по разделу «Механика»** [Текст]: методич. указания /В.И.Арбузов [и др.] -С-Пб: Университет ГА, 2012.-140 с. Количество экземпляров 150.

6 **Физика. Методические указания по выполнению лабораторных работ по разделу «Молекулярная физика и термодинамика»** [Текст]: методич. указания /В.И.Арбузов [и др.] -С-Пб: Университет ГА, 2012.-57 с. Количество экземпляров 150.

7 **Физика. Методические указания по выполнению лабораторных работ по разделу «Электричество и магнетизм»** [Текст]: методич. указания /В.И.Арбузов [и др.] -С-Пб: Университет ГА, 2012.-106 с. Количество экземпляров 150.

8 **Физика. Методические указания по выполнению лабораторных работ по разделу «Оптика»** [Текст]: методич. указания /В.И.Арбузов [и др.] -С-Пб: Университет ГА, 2012.-82 с. Количество экземпляров 150.

9 Гусев, В.Г. **Сборник задач по физике** [Текст]:сб. задач /Гусев В.Г., Павлов С.С., Сипаров С.В. -С-Пб, Университет ГА, 2009.- 98 с. Количество экземпляров 75.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

10 Каталог научных ресурсов [Электронный ресурс]: Собрание ссылок на сайты, содержащие книги и статьи по естественнонаучным дисциплинам. - Режим доступа: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm> . - Загл. с экрана. свободный (дата обращения 18.01.2018).

11 Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/> . свободный (дата обращения 18.01.2018).

12 Каталог научных ресурсов <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm> . свободный (дата обращения 18.01.2018).

13 Большая научная библиотека..<http://www.sci-lib.com/> - . свободный (дата обращения 18.01.2018).

14 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>. - свободный (дата обращения 17.01.2018).

15 Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> – свободный (дата обращения 18.01.2018).

16 Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://biblio-online.ru> свободный (дата обращения 18.01.2018).

7 Материально-техническое обеспечение преподавания дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебного процесса включает в себя:

1) специализированные лабораторные помещения кафедры физики и химии, оснащенные оборудованием, приборами, лабораторными установками, предназначенными для:

- простейших измерений,
- исследования центрального удара шаров,
- определения коэффициента внутреннего трения авиационных масел,
- удельного сопротивления проволоки,
- горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли,
- удельного заряда электрона,
- коэффициента затухания и добротности колебательной системы физического маятника,
- исследования свойств стоячих электромагнитных волн и длины волны света лазера при помощи дифракционной решетки,
- проверки выполнимости закона Малюса и исследования свойств поляризованного света (поляриметр),
- определения фокусного расстояния линзы и расстояния между щелями в опыте Юнга,

- определения радиуса кривизны с помощью колец Ньютона,
- определения энергии диссоциации двухромовокислого калия;

2) компьютер, мультимедийный проектор и экран;

3) специализированный компьютерный класс для проведения тестирования.

8 Образовательные технологии

Входной контроль проводится в форме устных опросов с целью оценивания остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам или разделам изучаемой дисциплины.

Традиционная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для

раскрытия состояния и перспектив естественных наук в современных условиях. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести практические навыки решения задач. Практическое занятие предназначено для более глубокого освоения и анализа тем, изучаемых в рамках данной дисциплины.

Самостоятельная работа студента реализуется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также в активизации собственных познавательно-мыслительных действий без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и совершенствования осваиваемых компетенций, предполагает сочетание самостоятельных теоретических занятий и самостоятельное выполнение практических заданий.

Учебным планом предусмотрено 98 часов для проведения интерактивных занятий.

Интерактивные занятия проводятся в форме дискуссии во время практических занятий (52 часа, п.5.4), а также в форме работы в малых группах на лабораторных занятиях с использованием исследовательского метода (46 часов, п.5.5).

Дискуссия представляет собой публичное обсуждение или свободный вербальный обмен знаниями, суждениями, идеями или мнениями по поводу какого-либо спорного вопроса, проблемы. Ее существенными чертами являются сочетание взаимодополняющего диалога и обсуждения-спора, столкновение различных точек зрения, позиций. По сравнению с распространенной в обучении лекционно-семинарской формой обучения дискуссия имеет ряд преимуществ:

- дискуссия обеспечивает активное, глубокое, личностное усвоение знаний. Активное, заинтересованное, эмоциональное обсуждение ведет к осмысленному усвоению новых знаний, может заставить человека задуматься, изменить или пересмотреть свои установки;
- во время дискуссии осуществляется активное взаимодействие обучающихся;
- обратная связь с обучающимися. Дискуссия обеспечивает видение того, насколько хорошо группа понимает обсуждаемые вопросы, и не требует применения более формальных методов оценки.

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

При организации групповой работы, преподаватель должен обратить внимание на следующие ее аспекты:

- нужно убедиться, что учащиеся обладают знаниями и умениями, необходимыми для выполнения группового задания. Нехватка знаний очень скоро даст о себе знать – учащиеся не станут прилагать усилий для выполнения задания;
- надо стараться сделать свои инструкции максимально четкими. Маловероятно, что группа сможет воспринять более одной или двух, даже очень четких, инструкций за один раз, поэтому надо записывать инструкции на доске и (или) карточках;
- надо предоставлять группе достаточно времени на выполнение задания.

В основе исследовательского метода лежит проблемное обучение, направленное на развитие активности, ответственности и самостоятельности в принятии решений. Исследовательская форма проведения занятий предполагает: ознакомление с областью и содержанием предметного исследования, формулировка целей и задач исследования, сбор данных об изучаемом объекте, проведение исследования (выделение изучаемых факторов, выдвижение гипотезы, моделирование), объяснение полученных данных, формулировка выводов, оформление результатов работы.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Контроль выполнения практического задания предназначен для оценки уровня сформированности навыков и умений, коррекции действий студента при выполнении задания.

Устный опрос: предназначен для выявления уровня текущего усвоения компетенций обучающимся по мере изучения дисциплины. Проводится на практических занятиях в течение 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Также устный опрос проводится для входного контроля по вопросам, перечисленным в п. 9.4.

Контроль выполнения практического задания предназначен для оценки уровня сформированности навыков и умений, коррекции действий студента при выполнении задания.

Экзамен после 2 семестра представляет собой промежуточный контроль, оценивающий уровень освоения компетенций за семестр, а после 3 семестра - за весь период изучения дисциплины. Билеты этих экзаменов включают по 2 вопроса: теоретический и практический.

УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| Уровни сформированности компетенции | Признаки сформированности уровня | | |
|-------------------------------------|--|--|---|
| | Качество усвоения знаний (А) | Качество усвоения умений (Б) | Степень научности, владение (В) |
| Пороговый (П) | А1 знания, предусматривающие деятельность по воспроизведению | Б1 (ученический) умение пользоваться системой понятий при алгоритмической деятельности с внешне заданным алгоритмическим описанием (подсказкой) | В1 (феноменологическая) описательное изложение фактов и явлений; каталогизация объектов, констатация их свойств и качеств, использование естественного языка и житейских понятий |
| Продвинутый (Пр) | А2 знания, предполагающие применение в ситуациях, аналогичных обучающим | Б2 (алгоритмическое) умение пользоваться системой понятий в ситуации, аналогичной обучающей | В2 (аналитико-синтетическая) объяснение свойств объектов и закономерностей явлений, часто качественное или полуколичественное |

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Балльно-рейтинговая система не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций

| Название и содержание этапа | Коды формируемых на этапе компетенций |
|--|--|
| <p>Этап 1. Формирование базы знаний:</p> <p>лекции;</p> <p>практические занятия по темам теоретического содержания;</p> <p>самостоятельная работа обучающихся по вопросам тем теоретического содержания</p> | <p>ОК-1; ОК-2; ОК-32; ОК-40; ОК-42, ПК-21, ПК-25</p> |
| <p>Этап 2. Формирование навыков практического использования знаний:</p> <p>работа с текстом лекции, работа с учебниками, учебными пособиями и проч. из перечня основной и дополнительной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», баз данных, информационно-справочных и поисковых систем и т.п.;</p> <p>самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям, устным опросам, тестированию и т.д.</p> | <p>ОК-1; ОК-2; ОК-32; ОК-40; ОК-42, ПК-21, ПК-25</p> |
| <p>Этап 3. Проверка усвоения материала:</p> <p>проверка подготовки материалов к практическим занятиям;</p> <p>проведение устных опросов, тестирования;</p> <p>защита курсовой работы</p> | <p>ОК-1; ОК-2; ОК-32; ОК-40; ОК-42, ПК-21, ПК-25</p> |

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания

Оценивание знаний, умений и навыков студента, характеризующих этапы формирования компетенций, проводится путем входного контроля, текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена).

Входной контроль осуществляется по вопросам дисциплин, на которых базируется читаемая дисциплина, и не выходят за пределы изученного материала по этим дисциплинам в соответствии с рабочими программами дисциплин (модулей).

Текущий контроль - основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков студентов. К его достоинствам относятся систематичность, постоянный мониторинг качества обучения. Он позволяет получать первичную информацию о ходе и качестве усвоения учебного материала, а также стимулировать регулярную целенаправленную работу студентов.

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Опрос - важнейшее средство развития мышления и

речи. Он обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий.

Устный опрос проводится, как правило, в течение 10 минут. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Ответы студентов при устном опросе оцениваются преподавателем с записью в журнале учета успеваемости. При оценке опросов анализу подлежат точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу. Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, правильность применения практических методов и приемов, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки практического материала

Практическое задание. Самостоятельная работа подразумевает выполнение практических заданий. Все задания, выносимые на самостоятельную работу, выполняются студентом либо в конспекте, либо на отдельных листах формата А4 (по указанию преподавателя). Контроль выполнения заданий, выносимых на самостоятельную работу, осуществляет преподаватель.

Контроль с помощью практического задания обладает следующими достоинствами:

- экономия времени преподавателя;
- возможность поставить всех студентов в одинаковые условия;
- возможность разработки равноценных по трудности вариантов вопросов;
- уменьшение субъективного подхода к оценке подготовки студента, обусловленного его индивидуальными особенностями.

Оценка практического задания заключается в сравнении полученного студентом результата с правильным (эталонным). Оценка за задание не ставится – оно может быть либо зачтено, либо не зачтено.

Студенту предоставляется возможность повторно выполнить незачтенное задание. Все задания до начала экзаменационной сессии должны быть выполнены, в противном случае студент должен выполнить их во время экзамена.

Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Проведение экзамена состоит из ответов на вопросы билета. Экзамен предполагает ответ на теоретический вопрос из перечня вопросов, вынесенных на экзамен, и выполнение практического задания. К моменту сдачи экзамена должны быть благополучно пройдены предыдущие формы контроля. Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы и тесты.

9.3 Темы курсовых работ по дисциплине

Учебным планом не предусмотрены

9.4 Контрольные вопросы и задания для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

Математика

1. Линейное пространство. Линейные операторы.
2. Геометрические векторы. Сумма векторов. Умножения вектора на число.
3. Скалярное, векторное, смешанное произведения векторов. Двойное векторное произведение.
4. Система линейных уравнений (метод Крамера, метод обратной матрицы, метод Гаусса)
5. Предел функции. Бесконечно малые функции.
6. Дифференцируемые функции. Производная функции.
7. Неопределенный интеграл. Методы интегрирования. Определенный интеграл (определение, формула Ньютона-Лейбница).
8. Функции многих переменных. Частные производные.
9. Кратные интегралы. Криволинейные и поверхностные интегралы.
10. Операторы градиента, дивергенции, ротора.
11. Теорема Грина. Теорема Остроградского-Гаусса. Теорема Стокса.
12. Формула Тейлора. Степенные ряды. Ряды Фурье.
13. Комплексные числа.
14. Обыкновенные дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.
15. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка.
16. Волновое уравнение. Уравнение теплопроводности. Уравнение Лапласа. Краевые условия.
17. Вероятность. Случайные величины. Плотность вероятности. Функция распределения.
18. Точечные и интервальные оценки случайных величин.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Контрольные вопросы для устного опроса

Теория погрешностей, Простейшие измерения

- 1 Что называется измерением физической величины?
- 2 Какое измерение называется прямым?
- 3 Что называется действительным значением физической величины?

- 4 Что называется абсолютной и относительной погрешностью измерения? Почему возникают погрешности измерений?
- 5 Что такое абсолютная погрешность?
- 6 Что такое относительная погрешность?
- 7 Что такое доверительный интервал?
- 8 Как производят округление числового значения среднего арифметического?
- 9 Сколько значащих цифр оставляется в окончательной записи погрешности результата измерения?
- 10 Какое измерение называется косвенным?
- 11 Как определяется погрешность результатов косвенных измерений?

Измерение ускорения свободного падения с помощью прибора Атвуда

- 1 Дайте определение закона динамики вращательного движения системы материальной точки.
- 2 Дайте определение вектора момента силы.
- 3 Каковы направления вектора углового перемещения, угловой скорости, углового ускорения при вращательном движении?
- 4 Дайте сравнительную характеристику вращательному и поступательному движениям, их основным кинематическим и динамическим характеристикам, а также уравнениям и способам их решения.
- 5 При каком условии силы натяжения нити по разные стороны блока можно считать одинаковыми?
- 6 При каком условии можно пренебречь моментом инерции блока машины Атвуда, не допуская большой ошибки в расчете ускорения тел системы?
- 7 Назовите возможные причины появления сил трения, которые компенсируются в задании 1?
- 8 Момент какой силы приложен к блоку машины Атвуда?

Определение коэффициента восстановления и времени соударения упругих шаров

- 1 Какой удар называется абсолютно упругим, абсолютно неупругим, частично упругим?
- 2 Опишите, что происходит с деформациями тел при этих ударах.
- 3 Опишите, что происходит с энергией тел при этих ударах.
- 4 Опишите, что происходит с импульсом тел при этих ударах.
- 5 Какой удар называется центральным?
- 6 Какой удар называется косым?
- 7 Где применяется и как используется явление удара?

Определение момента инерции физического маятника

- 1 Какая физическая величина является мерой инертности вращательном движении твердого тела относительно неподвижной оси?
- 2 Сформулируйте теорему Гюйгенса – Штейнера.

- 3 Какие колебания называют гармоническими?
- 4 В чем состоит отличие физического маятника от математического?
- 5 Дайте определение приведенной длины физического маятника.

Определение отношения теплоемкости газа при постоянном давлении к теплоемкости газа при постоянном объеме по методу Клемана-Дезорма

- 1 Что называется теплоемкостью вещества? Удельной теплоемкостью? Молярной теплоемкостью?
- 2 Что называется идеальным газом?
- 3 Получите выражение для внутренней энергии произвольной массы идеального газа и объясните из чего складывается внутренняя энергия идеального газа.
- 4 Чем определяется число степеней свободы системы?
- 5 Запишите и сформулируйте 1-е начало термодинамики.
- 6 Выведите выражение для молярных теплоемкостей идеального газа через число степеней свободы.
- 7 Запишите уравнение газового состояния для изохорного, изобарного, изотермического и адиабатического процессов и 1-е начало термодинамики для этих процессов.

Определение динамической вязкости авиационного масла

- 1 Что характеризуют динамическая и кинематическая вязкости?
- 2 Как зависят от температуры вязкости большинства жидкостей?
- 3 Какой безразмерный комплекс определяет характер обтекания твёрдого тела жидкостью?
- 4 Напишите и поясните выражение для силы Стокса и силы Архимеда.
- 5 Какие силы действуют на шарик, падающий в вязкой жидкости? Как эти силы связаны между собой в случае установившегося движения?
- 6 Почему из расчётов следует исключить данные, полученные в случае падения шарика с прилипшими к нему пузырьками воздуха?
- 7 Влияют ли размеры сосуда, в котором находится жидкость, на величину силы сопротивления трению, действующей на тело, движущееся в этой жидкости? Если да, то почему?

Изучение свойств поверхности жидкости

- 1 Приведите силовое и энергетическое определение коэффициента поверхностного натяжения и укажите его размерность.
- 2 Нарисуйте график зависимости энергии взаимодействия двух молекул от расстояния между ними.
- 3 Чем обусловлено существование сил поверхностного натяжения?
- 4 Как коэффициент поверхностного натяжения зависит от температуры? При какой температуре его значение равно нулю?
- 5 Что называется поверхностной энергией? Почему жидкость стремится уменьшить свою поверхность?

- 6 Чем обусловлено существование дополнительного давления, создаваемого искривленной поверхностью жидкости?
- 7 Каким образом в настоящей работе определяется коэффициент поверхностного натяжения?
- 8 На что затрачивается работа при увеличении поверхности жидкости?
- 9 Опишите характер взаимодействия молекул в жидкости.
- 10 Объясните капиллярное поднятие (опускание) жидкости.

Измерение удельного сопротивления проводника

- 1 Что называется силой тока. Дайте определение. Напишите формулу, связывающую силу тока с электрическим зарядом, проходящим по проводнику.
- 2 Какие частицы обуславливают электрический ток в металлах?
- 3 Сформулируйте и напишите закон Ома для однородного участка цепи. В каких единицах измеряются входящие в него величины?
- 4 От каких параметров зависит электрическое сопротивление проводников, например металлической проволоки?
- 5 Что такое удельное электрическое сопротивление проводника. Физический смысл. Единица измерения.
- 6 Как зависит удельное сопротивление металлических проводников от температуры?
- 7 Что такое прямые измерения? Приведите примеры. Как определяется погрешность прямых измерений?
- 8 Что такое косвенные измерения? Приведите примеры. Как определяется погрешность косвенных измерений?

Исследование свойств поляризованного света

- 1 Какие световые лучи называют: а) естественными; б) поляризованными; в) частично поляризованными? г) плоско-поляризованными; д) эллиптически поляризованными; е) поляризованными по кругу?
- 2 Какую величину называют степенью поляризации светового луча? Чему равна степень поляризации: а) естественного луча; б) плоско-поляризованного луча?
- 3 Какой прибор называется поляризатором, анализатором?
- 4 Изобразите расположение лучей в случае получения плоско-поляризованного света при отражении от диэлектрика. Какой из лучей в этой схеме: а) естественный; б) частично поляризованный; в) плоско-поляризованный?
- 5 Сформулируйте закон Брюстера. При каком соотношении углов падения и преломления светового луча наблюдается полная поляризация света при отражении от диэлектрика?
- 6 В чем заключается явление двойного лучепреломления и как оно объясняется? Какое направление в кристалле называется оптической осью?
- 7 Сформулируйте закон Малюса.

Исследование дисперсии оптического стекла

- 1 Из каких основных частей состоит гониометр, их назначение?
- 2 Что такое дисперсия света?
- 3 Чем отличается нормальная дисперсия от аномальной?
- 4 По каким признакам можно отличить спектры, полученные с помощью призмы и дифракционной решётки?
- 5 В чём заключаются основные положения и выводы электронной теории дисперсии света?
- 6 Почему металлы сильно поглощают свет?

Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Перечень вопросов к экзамену после 2 семестра:

Механика

- 1 Основные понятия кинематики поступательного движения: скорость, ускорение, траектория, путь, центр масс. Системы координат.
- 2 Вращательное движение. Центробежное (нормальное) ускорение, угловая скорость, угловое ускорение, радиус кривизны.
- 3 Динамика. Материальная точка. Сила. Масса. Импульс. Инерциальные системы отсчёта. Законы Ньютона.
- 4 II-ой закон Ньютона. Закон сохранения импульса.
- 5 Реактивное движение. Уравнение движения тела с переменной массой.
- 6 Близко- и далекодействующие силы. Силы трения. Силы упругости. Закон всемирного тяготения.
- 7 Космические скорости.
- 8 Работа. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии.
- 9 Центральный удар.
- 10 Основной закон динамика вращательного движения. Момент силы. Момент импульса. Момент инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
- 11 Кинетическая энергия вращающегося тела.
- 12 Закон сохранения момента импульса. Гироскоп.
- 13 Гармонические колебания и их параметры. Уравнения колебаний пружинного, математического и физического маятников.
- 14 Собственные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Резонанс.
- 15 Принцип относительности Галилея. Постулаты специальной теории относительности.
- 16 Преобразования Лоренца. Относительность расстояний и промежутков времени.
- 17 Связь массы и энергии.

Термодинамика

- 18 Изопроцессы. Законы идеальных газов
- 19 Молекулярно-кинетическая теория (основные положения). Закон Авогадро. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
- 20 Распределение Максвелла молекул по скоростям. Средняя скорость. Средняя квадратичная скорость.
- 21 Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
- 22 Диффузия. Внутреннее трение. Теплопроводность. Уравнения для описания этих процессов.
- 23 Теплоёмкость и её виды. Формула Майера.
- 24 Первое начало термодинамики.
- 25 Адиабатический процесс. Формула Пуассона. Работа в изо- и адиабатических процессах.
- 26 Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкости. Степени свободы.
- 27 Круговые процессы. Цикл Карно.
- 28 Статистический смысл энтропии. Формула Клаузиуса.
- 29 Второе начало термодинамики.
- 30 Реальные газы. Изотермы Эндрюса. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
- 31 Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов.
- 32 Жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
- 33 Строение твёрдых тел. Энергия молекул газа, жидкости и твёрдого тела.

Перечень вопросов к экзамену после 3 семестра:

Электродинамика

- 1 Закон Кулона.
- 2 Напряженность электрического поля.
- 3 Электрическое поле. Напряженность поля.
- 4 Принцип суперпозиции электрических полей.
- 5 Поток напряженности. Теорема Остроградского—Гаусса для электростатического поля в вакууме.
- 6 Работа, совершаемая силами электростатического поля при перемещении в нем электрического заряда.
- 7 Потенциал электростатического поля.
- 8 Примеры применения теоремы Остроградского—Гаусса к расчету электростатических полей в вакууме.
- 9 Дипольные моменты молекул диэлектрика.
- 10 Поляризация диэлектриков.
- 11 Теорема Остроградского—Гаусса . для электростатического поля в среде.
- 12 Условия для электростатического поля на границе раздела изотропных диэлектрических сред.
- 13 Проводники в электростатическом поле.

- 14 Электроемкость уединенного проводника.
- 15 Взаимная емкость. Конденсаторы.
- 16 Энергия заряженного проводника и электрического поля.
- 17 Понятие об электрическом токе.
- 18 Сила и плотность тока.
- 19 Основы классической электронной теории электропроводности металлов.
- 20 Стронные силы.
- 21 Законы Ома и Джоуля—Ленца.
- 22 Правила Кирхгофа.
- 23 Законы электролиза Фарадея, Электролитическая диссоциация.
- 24 Атомность электрических зарядов.
- 25 Электролитическая проводимость жидкостей.
- 26 Электропроводность газов.
- 27 Понятие о различных типах газового разряда.
- 28 Некоторые сведения о плазме.
- 29 Магнитная индукция. Сила Лоренца.
- 30 Закон Ампера.
- 31 Закон Био—Савара—Лапласа.
- 32 Некоторые простейшие примеры магнитных полей в вакууме.
- 33 Магнитное взаимодействие проводников с токами. Контур с током в магнитном поле.
- 34 Закон полного тока для магнитного поля в вакууме.
- 35 Магнитный поток. Теорема Остроградского—Гаусса для магнитного поля.
- 36 Работа перемещения проводника с током в постоянном магнитном поле.
- 37 Движение заряженных частиц в постоянном магнитном поле.
- 38 Явление Холла.
- 39 Удельный заряд частиц. Масс-спектрометрия.
- 40 Ускорители заряженных частиц.
- 41 Магнитные моменты электронов и атомов.
- 42 Атом в магнитном поле.
- 43 Диамагнетики и парамагнетики в магнитном поле.
- 44 Магнитное поле в веществе.
- 45 Ферромагнетики.
- 46 Условия для магнитного поля на границе раздела изотропных сред. Магнитные цепи.
- 47 Основной закон электромагнитной индукции.
- 48 Явление самоиндукции.
- 49 Взаимная индукция.
- 50 Энергия магнитного поля в неферромагнитной изотропной среде.

- 51 Закон сохранения энергии для магнитного поля в неферромагнитной среде.
- 52 Общая характеристика теории Максвелла.
- 53 Первое уравнение Максвелла.
- 54 Ток смещения. Второе уравнение Максвелла.
- 55 Третье и четвертое уравнения Максвелла.
- 56 Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля.

Колебания и волны

- 57 Гармонические колебания.
- 58 Механические гармонические колебания.
- 59 Свободные гармонические колебания в электрическом колебательном контуре.
- 60 Сложение гармонических колебаний.
- 61 Затухающие колебания.
- 62 Вынужденные механические колебания.
- 63 Вынужденные электрические колебания.
- 64 Продольные и поперечные волны в упругой среде.
- 65 Уравнение бегущей волны.
- 66 Фазовая скорость и энергия упругих волн.
- 67 Принцип суперпозиции волн. Групповая скорость.
- 68 Интерференция волн. Стоячие волны.
- 69 Эффект Доплера в акустике.
- 70 Свойства электромагнитных волн.
- 71 Энергия электромагнитных волн.
- 72 Излучение электромагнитных волн.
- 73 Шкала электромагнитных волн.
- 74 Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух диэлектрических сред.
- 75 Эффект Доплера для электромагнитных волн.

Оптика

- 76 Закон прямолинейного распространения света. Закон независимости световых лучей. Закон отражения света. Закон преломления света. Закон обратимости световых лучей. Показатель преломления. Полное внутреннее отражение.
- 77 Теория истечения, волновая теория. Зависимость между показателем преломления и скоростью света в веществе.
- 78 Принцип Ферма. Оптическая длина пути.
- 79 Скорость света. Астрономические наблюдения Рёмера. Определение скорости света по аберрации света Бредли. Опыт Физо. Опыт Фуко и Физо. Опыт Майкельсона.
- 80 Световой поток. Функция видности.
- 81 Фотометрические величины и их единицы.

- 82 Основные понятия и определения (гомоцентрический пучок;; астигматическая разность; точечное или стигматическое изображение; действительное и мнимое изображения; сопряженные точки; пространство предметов и пространство изображений).
- 83 Центрированная оптическая система. Фокусы. Фокальные плоскости. Линейное увеличение. Главные точки и главные плоскости. Оптическая сила. Формула Ньютона.
- 84 Продольное увеличение. Угловое увеличение. Связь между линейным, продольным и угловым увеличениями.
- 85 Сложение оптических систем. Оптическая система суммарной системы. Формула кардинальных плоскостей суммарной системы.
- 86 Преломление на сферической поверхности. Параксиальные лучи. Теорема Лагранжа-Гельмгольца.
- 87 Линза. Тонкая линза.
- 88 Погрешности оптических систем. Оптические приборы.
- 89 Световая волна. Интенсивность света. Связь между интенсивностью света и амплитудой световой волны.
- 90 Интерференция световых волн. Продолжительность цуга волн. Оптическая разность хода. Зеркала Френеля. Бипризма Френеля.
- 91 Интерференция многих волн. Векторная диаграмма. Условия для главных максимумов и интерференционных минимумов.
- 92 Принцип Гюйгенса – Френеля.
- 93 Зоны Френеля. Обоснование с точки зрения волновой оптики закона прямолинейного распространения света.
- 94 Дифракция Френеля от простейших преград.
- 95 Дифракция Фраунгофера от щели и на круглом отверстии.
- 96 Дифракционная решетка.
- 97 Дифракция на пространственной решетке.
- 98 Голография.
- 99 Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсии.
- 100 Групповая скорость.
- 101 Классическая электронная теория дисперсии света.
- 102 Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта. Закон Бера.
- 103 Рассеяние света. Рассеяние в мутных средах. Рэлеевское рассеяние.
- 104 Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела двух диэлектрических сред.
- 105 Двойное лучепреломление.
- 106 Интерференция поляризованного света.
- 107 Искусственная оптическая анизотропия.
- 108 Вращение плоскости поляризации. Закон Био.
- 109 Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
- 110 Законы Стефана—Больцмана и Вина.
- 111 Формула Планка.

Квантовая физика

- 112 Фотоэффект, его виды. Формула Эйнштейна для фотоэффекта.
113 Фотоны их энергия и импульс. Эффект Комптона.
114 Опыт Лебедева. Давление света.
115 Длина волны де Бройля.
116 Принцип неопределённости Гейзенберга.
117 Волновая функция и её физический смысл. Уравнение Шредингера.
118 Туннельный эффект. Электрон в потенциальной яме.
119 Модель атома Томсона. Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома.
120 Постулаты Бора. Вывод серийной формулы. Формула Бальмера для спектра водорода.
121 Спонтанное и вынужденное излучение. Принцип работы лазеров.
122 Виды лазеров. Принцип работы гелий-неонового, рубинового и полупроводникового лазеров.

Ядерная физика

- 123 Естественная радиоактивность и её закономерности. Правила смещения. Уравнения альфа-и бета-распада. Период полураспада.
124 Реакции деления и синтеза. Дефект массы и энергия связи. Критическая масса.
125 Элементарные частицы.
126 Ионизирующие излучения и их характеристики. Космические лучи, их состав и характеристики.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Критерии оценивания компетенций | Показатели оценивания компетенций | Описание шкалы оценивания |
|---|--|--|
| <i>Знать:</i> - основные законы движения твердых тел; - законы, описывающие вращательное движение; - структуру магнитного и гравитационного полей Земли; | Записывает и понимает смысл законов прямолинейного и кругового движения, структуру соотношений, связывающих разные виды движения твердых тел. Способен дать характеристику известных структуры и математических | 1. <i>Продвинутый уровень (оценка «отлично»).</i> Студент проявил знание, понимание, глубину усвоения всего объёма материала. Умеет выделять главные положения в изученном материале, на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, творчески применяет |

| Критерии оценивания компетенций | Показатели оценивания компетенций | Описание шкалы оценивания |
|---|---|--|
| | моделей гравитационного и магнитного полей Земли | полученные знания. Отсутствуют ошибки и недочёты при воспроизведении материала, при устных ответах устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов, соблюдает культуру устной речи. |
| <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные процессы, протекающие в равновесных системах; - законы идеальных газов; - системы измерения времени; - основные виды процессов, протекающих в конденсированных системах | <p>Характеризует процессы, протекающие при изменении температуры, давления и объема системы.</p> <p>Определяет и характеризует термодинамические циклы тепловой и холодильной машины.</p> | <p>2. <i>Базовый уровень (оценка «хорошо»)</i>. Студент проявил знание всего объема материала. Умеет выделять главные положения в изученном материале, делать выводы, применять полученные знания на практике. Допускает незначительные (негрубые) ошибки при изложении материала.</p> |
| <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - системы единиц и коэффициенты пересчета при переходах между системами; - свойства основных материалов, применяемых в авиации; - понятия анализа и синтеза; - основные понятия по обработке экспериментальных данных | <p>Знает основные физические законы, лежащие в основе современной техники и технологии, приборы и методы измерения физических величин, основы теории погрешностей.</p> <p>Способен корректно поставить решение физической задачи, связанной с изучаемым явлением Природы и провести</p> | <p>3. <i>Пороговый уровень («удовлетворительно»)</i> Знание и усвоение материала на уровне минимальных требований программы, возникают затруднения при самостоятельном воспроизведении и при ответе на вопросы, появляется необходимость незначительной помощи преподавателя.</p> |

| Критерии оценивания компетенций | Показатели оценивания компетенций | Описание шкалы оценивания |
|--|---|--|
| | <p>анализ задачи, используя законы физики.</p> <p>Перечисляет основные понятия, касающиеся экспериментальной обработки данных</p> | <p>Демонстрирует умение работать на уровне воспроизведения, но остаются затруднения при ответах на видоизменённые вопросы. Наличие негрубой ошибки при воспроизведении изученного материала, незначительное несоблюдение основных правил культуры устной речи.</p> |
| <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; - пользоваться измерительными приборами; - анализировать явления и процессы; - обрабатывать экспериментальные данные | <p>Умеет выполнять математические вычисления экспериментально полученных результатов и выявлять связи между физическими явлениями, сопровождая их количественными оценками физических параметров, характеризующих исследуемые явления.</p> <p>Умеет настраивать измерительные приборы. Способен выдвинуть научно обоснованную гипотезу о сути физического явления.</p> <p>Обрабатывает экспериментальные данные</p> | <p>4. <i>Оценка</i></p> <p><i>«неудовлетворительно»</i> выставляется при несоответствии знаний, умений и навыков студента требованиям порогового уровня.</p> <p><i>При выполнении практических заданий:</i></p> <p>1. <i>Продвинутый уровень (оценка «отлично»)</i>. Выполняет задание по правильной методике. Вычислительные ошибки отсутствуют. Способен объяснить ход выполнения задания и правильный результат. Осознает практическое значение выполняемого задания.</p> |
| <p><i>Владеть:</i></p> | <p>Владеет</p> | <p>2. <i>Базовый уровень</i></p> |

| Критерии оценивания компетенций | Показатели оценивания компетенций | Описание шкалы оценивания |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - теоретическими знаниями по основным разделам физики; - методами проведения физических измерений, методами оценки погрешностей при проведении физического эксперимента; - навыками работы с научной и справочной литературой; - приемами обработки данных. | <p>математическими методами описания физических явлений. Показывает усвоенные навыки анализа и решения типовых физических задач, эксплуатации приборов и оборудования и методами статистической обработки результатов измерений.</p> <p>Способен выполнить простейшие измерения физических величин и дать им пояснение, обработать экспериментальные данные</p> | <p><i>(оценка «хорошо»)</i>. Выполняет задание по правильной методике. Вычислительные ошибки отсутствуют или являются незначительными. При объяснении хода выполнения задания и полученного результата допускает незначительные ошибки, самостоятельно исправляя их. Осознает практическое значение выполняемого задания.</p> <p>3. <i>Пороговый уровень («удовлетворительно»)</i>. Выполняет задание по правильной методике, но допускает отдельные вычислительные ошибки, исправляя их с помощью преподавателя. Объяснение хода выполнения задания и полученного результата содержит неточности, которые исправляются после уточняющих вопросов преподавателя.</p> <p>4. <i>Оценка «неудовлетворительно»</i> выставляется при несоответствии знаний, умений и навыков студента требованиям порогового уровня.</p> |

10 Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Физика» организуется в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины – два семестра. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзаменов по окончании 2 и 3 семестров.

Лекция – основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета. Основными задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;

- изложение комплекса основных научных понятий, законов, методов, принципов данной дисциплины;

Лекции мотивируют обучающегося на самостоятельный поиск и изучение научной и специальной литературы и других источников по темам дисциплины, ориентируют на выявление, формулирование и исследование наиболее актуальных вопросов и проблем физики. Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и стремиться освоить быструю манеру письма и рубрикацию материала.

Практические занятия по дисциплине «Физика» проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести начальные практические навыки анализа наблюдаемых физических явлений.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель

и задачи занятия и сообщает обучающимся основные законы необходимые для решения задач на занятии.

В рамках практического занятия обучающиеся решают задачи и разбирают практические задачи самостоятельно или при помощи преподавателя. Преподаватель выступает в роли консультанта, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов.

Отсутствие обучающихся на занятиях или их неактивное участие на них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю.

Лабораторные работы призваны развить навыки экспериментальной физической деятельности обучающихся, а также закрепить физические знания опытным путём. В процессе лабораторных работ студенты проводят самостоятельное ознакомление с теорией, лежащей в основе изучаемого явления используя методические пособия. На занятиях лабораторные работы проводятся в присутствии преподавателя, контролирующего процесс их проведения и консультирующего студентов. По результатам проведения работ студентами оформляется отчёт и проводится его защита. В процессе защиты отчёта по лабораторной работе преподаватель проверяет знание основных законов, на которых базируется изучавшееся явление, а также правильность и самостоятельность написания отчёта.

Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с научной и учебной литературой, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, выполнять домашние задания, овладеть профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий,

- индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;

- завершающий этап самостоятельной работы – подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

По Положению о самостоятельной работе студентов Университета содержание внеаудиторной самостоятельной работы для изучения

дисциплины «Физика» может быть рекомендовано в соответствии со следующими ее видами, разделенными по целевому признаку:

а) для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы);

- составление плана текста;

- конспектирование текста;

- работа справочниками;

- работа с электронными информационными ресурсами и информационной телекоммуникационной сети Интернет и др.;

б) для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекции (обработка текста);

- работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы);

- составление плана и тезисов ответа;

- составление альбомов, таблиц, схем для систематизации учебного материала;

- ответы на контрольные вопросы;

подготовка тезисов сообщений к выступлению на практическом занятии;

- подготовка к сдаче экзамена и др.;

в) для формирования умений и навыков:

- решение физических задач;

- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности.

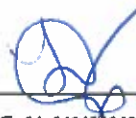
В процессе изучения дисциплины «Физика» важно постоянно пополнять и расширять свои знания. Изучение рекомендованной литературы и других источников информации является важной составной частью восприятия и усвоения новых знаний. Кроме того, необходимо отметить, что, в определенном смысле, качественный уровень всей самостоятельной работы обучающегося определяется уровнем самоконтроля.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 162001 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры № 5 «Физики и химии» 13 февраля 2018г. протокол № 6

Разработчики:

д.ф.-м.н., профессор



Старцев Ю.К.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой №5

д.ф.-м.н. профессор



Арбузов В.И.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.т.н. доцент



Сарайский Ю.Н.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета 14 февраля 2018 года, протокол № 5.