МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

_____ "___" _____20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Линейные и нелинейные уравнения физики Б1.В.ОД.4

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика
Профиль подготовки: не предусмотрено
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Балакин А.Б. , Даишев Р.А.

Рецензент(ы):

Попов А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 663517

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Балакин А.Б. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики , Alexander.Balakin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Даишев Р.А. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики , Rinat.Daishev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ является знакомство с основными типами уравнений математической физики, способами получения этих уравнений, методами их решения.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.02 Физика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ входит в профессиональный цикл дисциплин.

Для освоения дисциплины студент должен уверенно владеть основами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории дифференциальных уравнений, интегральных уравнений, вариационного исчисления.

Знания, полученные в результате освоения данного курса, необходимы для изучения всех последующих дисциплин, читаемых в Институте Физики, таких, как теоретическая механика, теория поля, квантовая механика, радиофизика и электроника, термодинамика и статистическая физика и т.д.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

знать основные свойства и уметь работать с такими специальными функциями как функции Бесселя, полиномы Лежандра, присоединенные полиномы Лежандра, сферические функции; знать основные типы дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка и уметь приводить эти уравнения к каноническому виду; знать некоторые элементы теории обобщенных функций.

2. должен уметь:

уметь ставить краевые задачи и владеть методами решения этих задач;

3. должен владеть:

навыками работы со специальными функциями (функции Бесселя, полиномы Лежандра, присоединенные полиномы Лежандра, сферические функции)

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять специальные функции, такие как функции Бесселя, полиномы Лежандра, присоединенные полиномы Лежандра, сферические функции при решении математических и физических задач.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. А. Специальные функции.	5	1-5	7	11	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Б. Уравнения математической физики.	5	6-8	17	25	0	Устный опрос
3.	Тема 3. С. Элементы теории обобщенных функций.	5	17-18	4	0	0	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Итого			28	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. А. Специальные функции.

лекционное занятие (7 часа(ов)):

Понятие о краевых задачах. Задача Штурма-Лиувилля. Собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля и их свойства. Функция Грина. Метод построения функции Грина. Физическая интерпретация функции Грина. Основные уравнения для цилиндрических функций. Уравнение Бесселя. Решение его для нецелого индекса. Решение уравнения Бесселя для целого индекса. Рекуррентное соотношение для функции Бесселя. Функции Бесселя с полуцелым индексом. Функции Неймана и Ханкеля. Ортогональность функций Бесселя. Ряд Бесселя - Фурье. Уравнение Лежандра. Производящая функция и полиномы Лежандра. Рекуррентные соотношения для полиномов Лежандра. Полиномы Лежандра как решения уравнения Лежандра. Ортогональность полиномов Лежандра. Ряд Лежандра - Фурье. Присоединенные функции Лежандра и их выражение через производные от полиномов Лежандра. Решение 1-ой внутренней и внешней задач для шара в случае уравнения Лапласа. Сферические функции.

практическое занятие (11 часа(ов)):

Краевые задачи. Решение задачи Штурма-Лиувилля. Задачи 1.1 - 1.15 из [4] (http://toig-kazan.narod.ru/education/V/Zad1.pdf). Разложение функций в ряд по собственным функциям задачи Штурма-Лиувилля. Задачи 2 - 9 из [4]. Приведение уравнений к каноническому виду. Задачи 1 ? 8 из [6]. Приведение уравнений к каноническому виду и нахождение решений уравнений. Задачи 9 - 16 из [6]. Решение задачи Коши уравнений математической физики. Задачи из [6].

Тема 2. Б. Уравнения математической физики.

лекционное занятие (17 часа(ов)):

Уравнения математической физики. Вариационный принцип в физике. Вывод вариационным методом уравнений свободных и вынужденных малых поперечных колебаний струны и мембраны. Вывод уравнений свободных и вынужденных малых продольных колебаний тонкого стержня. Классификация уравнений 2-го порядка с частными производными и приведение их к каноническому виду. Формулировка краевых задач и задачи Коши. Существование и единственность решения 1-ой краевой задачи для уравнений гиперболического типа. Решение задачи Коши для бесконечной струны. Физическая интерпретация решения. Решение задачи для свободных колебаний однородной струны с закрепленными концами. Стоячие волны. Решение задачи для вынужденных колебаний однородной струны. Решение задачи Коши для волнового уравнения в пространстве. Решение задачи о свободных колебаниях круглой мембраны с закрепленными границами. Вывод уравнений теплопроводности для тела, стержня. Диффузия газа в трубе. Постановка краевых задач и задачи Коши для уравнений теплопроводности. Принцип максимума и минимума. Единственность решения 1-ой краевой задачи. Решение 1-ой краевой задачи для уравнения теплопроводности без источников и с источниками. Метод интегральных преобразований Фурье. Задача Коши для бесконечного стержня. Функция Грина и ее физическая интерпретация. Дельта-функция Дирака. Уравнения эллиптического типа и краевые задачи для уравнений эллиптического типа. Теорема единственности решения для задач Дирихле и Неймана. Решение 1-ой внутренней краевой задачи для круга. Формула Пуассона. Объемный потенциал и его свойства. Потенциал простого слоя, двойного слоя. Метод потенциала решения краевых задач для уравнений эллиптического типа. Уравнение Гельмгольца. Связь уравнения Гельмгольца с некоторыми уравнениями гиперболического и параболического типов. Сферически симметрические решения уравнения Гельмгольца в ограниченной области. Собственные значения и собственные функции граничной задачи общего вида. Разложения по собственным функциям. Разделение переменных в уравнении Гельмгольца в цилиндрических и сферических координатах. Сферически симметрические решения уравнения Гельмгольца в бесконечной области. Разложения в ряды по частным решениям уравнения Гельмгольца в бесконечной области.

практическое занятие (25 часа(ов)):

Уравнения колебания с однородными граничными условиями. Задачи 25 ? 31 из [6]. Уравнения теплопроводности с однородными граничными условиями Задачи 32 - 38 из [6]. Неоднородные уравнения колебаний и задачи с неоднородными граничными условиями. Задачи 39 - 44 из [6]. Неоднородные уравнения теплопроводности и задачи с неоднородными граничными условиями для них Задачи 45 - 50 из [6]. Уравнения колебаний и теплопроводности для прямоугольных областей. Задачи 51, 52, 53, 56,57 из [6].

Тема 3. С. Элементы теории обобщенных функций.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Элементы теории обобщенных функций. Векторное пространство и пространство распределений. Дельта-распределение Дирака. Дифференцирование распределений. Действия с распределениями. Уравнения в свертках. Преобразования Лапласа.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. А.					

Специальные функции.

5	1-5	подготовка к

устному опросу

8	устный опрос	

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Б. Уравнения математической физики.	5	6-8	подготовка к устному опросу	28	устный опрос
3.	Тема 3. С. Элементы теории обобщенных функций.	5	17-18	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и студентом. Использование мультимедийных средств и Интернета.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. А. Специальные функции.

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие о краевых задачах. Задача Штурма-Лиувилля. Собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля и их свойства. Функция Грина. Метод построения функции Грина. Физическая интерпретация функции Грина. Основные уравнения для цилиндрических функций. Уравнение Бесселя. Решение его для нецелого индекса. Решение уравнения Бесселя для целого индекса. Рекуррентное соотношение для функции Бесселя. Функции Бесселя с полуцелым индексом. Функции Неймана и Ханкеля. Ортогональность функций Бесселя. Ряд Бесселя - Фурье. Уравнение Лежандра. Производящая функция и полиномы Лежандра. Рекуррентные соотношения для полиномов Лежандра. Полиномы Лежандра как решения уравнения Лежандра. Ортогональность полиномов Лежандра. Ряд Лежандра - Фурье. Присоединенные функции Лежандра и их выражение через производные от полиномов Лежандра. Решение 1-ой внутренней и внешней задач для шара в случае уравнения Лапласа. Сферические функции.

Тема 2. Б. Уравнения математической физики.

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнения математической физики. Вариационный принцип в физике. Вывод вариационным методом уравнений свободных и вынужденных малых поперечных колебаний струны и мембраны. Вывод уравнений свободных и вынужденных малых продольных колебаний тонкого стержня. Классификация уравнений 2-го порядка с частными производными и приведение их к каноническому виду. Формулировка краевых задач и задачи Коши. Существование и единственность решения 1-ой краевой задачи для уравнений гиперболического типа. Решение задачи Коши для бесконечной струны. Физическая интерпретация решения. Решение задачи для свободных колебаний однородной струны с закрепленными концами. Стоячие волны. Решение задачи для вынужденных колебаний однородной струны. Решение задачи Коши для волнового уравнения в пространстве. Решение задачи о свободных колебаниях круглой мембраны с закрепленными границами.

Тема 3. С. Элементы теории обобщенных функций.

контрольная работа , примерные вопросы:

Спецификация контрольной работы: 1. Привести уравнение в частных производных к каноническому виду. 2. Найти решения уравнения вынужденных колебаний струны. 3. Решить одномерное уравнение теплопроводности с заданными граничными условиями.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

Билет 1.

1. Основные уравнения для цилиндрических функций. Уравнение Бесселя. Решение его для нецелого индекса.

2. Вариационный принцип в физике. Вывод уравнений свободных и вынужденных малых поперечных колебаний струны.

Билет 2.

1. Решение уравнения Бесселя с целым индексом.

2. Вывод уравнения колебаний мембраны.

Билет 3.

1. Рекуррентное соотношение для функций Бесселя.

2. Вывод уравнений свободных и вынужденных малых продольных колебаний тонкого стержня.

Билет 4.

1. Функции Бесселя с полуцелым индексом. Функции Неймана и Ханкеля.

2.. Формулировка краевых задач для уравнений гиперболического типа.

Билет 5.

1. Ортогональность функций Бесселя. Ряд Бесселя-Фурье.

2. Теорема о единственности решения для 1-ой краевой задачи в случае уравнения гиперболического типа.

Билет 6.

1. Уравнение Лежандра. Производящая функция и полиномы Лежандра.

2. Формулировка и решение задачи Коши для струны. Формула Даламбера. Физическая интерпретация решения.

Билет 7.

1. Рекуррентные соотношения для полиномов Лежандра. Доказательство того, что полиномы Лежандра являются решениями уравнения Лежандра.

2. Решение задачи о свободных колебаниях струны с закрепленными концами.

Билет 8.

1. Ортогональность полиномов Лежандра. Ряд Лежандра-Фурье.

2. Решение задачи о вынужденных колебаниях струны с закрепленными и незакрепленными концами.

Билет 9.

1. Присоединенные функции Лежандра. Дифференциальная и интегральная формы для полиномов Лежандра (без вывода формул).

2. Решение задачи Коши для волнового уравнения в пространстве.

Билет 10.

1. Сведения о сферических функциях.

2. Решение задачи о свободных колебаниях круглой мембраны с закрепленными границами.

Билет 11.

1. Уравнения Фредгольма и Вольтерра I и II рода. Собственные значения и собственные функции ядра интегрального однородного уравнения.

2. Вывод уравнения теплопроводности. Диффузия газа в трубе.

Постановка краевых задач для уравнений параболического типа.

Билет 12.

1. Решение уравнения Фредгольма II рода с вырожденным ядром. Альтернатива Фредгольма (доказательство этой теоремы для уравнения с вырожденным ядром).

2. Принцип максимума и минимума для уравнения теплопроводности. Теорема о единственности решения первой краевой задачи для уравнения теплопроводности.

Билет 13.

1. Вторая и третья теоремы Фредгольма и доказательство этих теорем для уравнений с вырожденным ядром.

2. Решение 1-ой краевой задачи для уравнения теплопроводности без источника и с источником.

Билет 14.

1. Теорема о существовании и единственности решения уравнения Фредгольма II рода с малым параметром.

2 Шаровые функции.

Билет 15.

1. Сведения о приближенных методах решения интегрального уравнения.

2. Формулировка и решение задачи Коши для стержня в случае уравнения теплопроводности.

Билет 16.

1. Функция Грина (источника) в задаче Коши для уравнения теплопроводности и ее физическая интерпретация. Дельта-функция Дирака.

2. Ортогональность полиномов Лежандра. Ряд Лежандра-Фурье.

Билет 17.

1. Уравнения эллиптического типа и краевые задачи. Теоремы единственности решения 1-ой внутренней краевой задачи (задачи Дирихле и Неймана).

2. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка (гиперболический тип уравнения).

Билет 18.

1. Решение 1-ой краевой задачи (внутренней) для круга. Формула Пуассона.

2. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка (параболический тип уравнения).

Билет 19.

1. Объемный потенциал и его свойства.

2. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка (эллиптический тип уравнения).

Билет 20.

1. Потенциал простого слоя, двойного слоя. Метод потенциала при решении краевых задач.

2. Решения внутренней и внешней задач для шара в случае уравнения Лапласа.

Билет 21.

1. Понятие о краевых задачах. Задача Штурма-Лиувилля.

2. Сферически симметрические решения уравнения Гельмгольца в ограниченной области.

Билет 22.

1. Собственные значения и собственные функции задачи Штурма-Лиувилля и их свойства.

2 Дифференцирование распределений.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Билет 23.

1. Сферически симметрические решения уравнения Гельмгольца в бесконечной области.

2. Функция Грина. Метод построения функции Грина.

Билет 24.

1. Метод интегральных преобразований Фурье.

2. Разделение переменных в уравнении Гельмгольца в цилиндрических координатах.

Билет 25.

1. Разделение переменных в уравнении Гельмгольца в сферических координатах.

2. Уравнения в свертках. Преобразования Лапласа.

7.1. Основная литература:

1.А.Б.Балакин. Три лекции по теории функций Бесселя: Учебно-методическое пособие. -Казань: Казанский государственный университет, 2009.-56с. 31 экз.

2.Р.А.Даишев, Б.С.Никитин. Расчетные задания по математике. Уравнения математической физики.-Казань, 2005. 188 экз.

3.Р.А.Даишев, Б.С.Никитин. Уравнения математической физики. Сборник задач.-Казань, 2005. 191 экз.

4. Горюнов А. Ф. Методы математической физики в примерах и задачах: Учебное пособие: В 2 томах Том 1 / Горюнов А.Ф. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 872 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-9221-1641-1 http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=768673

5. Горюнов А. Ф. Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т. Т. II: Учебное пособие / Горюнов А.Ф. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 772 с.: ISBN 978-5-9221-1650-3

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=854390

6. Давыдов А. П. Методы математической физики. Классификация уравнений и постановка задач. Метод Даламбера: Курс лекций / Давыдов А.П., Злыднева Т.П. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 100 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-105499-4 (online)

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=884637

7.2. Дополнительная литература:

1. Барашков В. А.

Барашков, В. А. Методы математической физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Барашков. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-2497-1.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492290

2. Кадет В. В.

Кадет В. В. Методы математической физики в решении задач нефтегазового производства: Курс лекций. ? Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследова- ний, 2004, 148 стр.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=345149

3. Владимиров В. С.

Уравнения математической физики: Учебник для вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - 2-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 400 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9221-0310-7, 1500 экз. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=169279

4.Будак, Борис Михайлович. Сборник задач по математической физике: учеб. пособие для студентов ун-тов / Б.М. Будак, А.А. Самарский, А.Н. Тихонов.—4-е изд., испр..—М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.—688 с. 9 экз.

5. Тихонов, Андрей Николаевич. Уравнения математической физики: учеб. для студентов физ.-мат. спец. ун-тов / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский; МГУ им. М.В. Ломоносова.—7-е изд..—Москва: Изд-во МГУ: Наука, 2004.—798 с.: ил.; 22.—(Классический университетский учебник / Ред. совет: пред. В.А. Садовничий и др.).—Предыдущее издание N записи 83026.—Предм. указ.: с. 792-798.—Библиогр.: с. 791 (19 назв.).

6. Свешников А. Г.

Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.: ISBN 978-5-9221-0133-2http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544573

7.3. Интернет-ресурсы:

А. Б. Балакин Классические ортогональные полиномы - http://toig-kazan.narod.ru/education/V/minipoly.pdf

А. Б. Балакин Классические ортогональные полиномы - http://toig-kazan.narod.ru/education/V/minipoly.pdf

А. Б. Балакин Три лекции по теории функций Бесселя - http://old.kpfu.ru/f6/bin_files/balakinbessel%2134.pdf

А. Б. Балакин Три лекции по теории функций Бесселя - http://www.ksu.ru/f6/bin_files/balakinbessel!34.pdf

Н. Р. Хуснутдинов Уравнения математической физики - Уравнение колебаний струны - http://old.kpfu.ru/f6/docs/met_pos/string.pdf

Н. Р. Хуснутдинов Уравнения математической физики - Уравнение колебаний струны - http://www.ksu.ru/f6/docs/met_pos/string.pdf

Н. Р. Хуснутдинов Уравнения математической физики - Уравнение теплопроводности - http://old.kpfu.ru/f6/docs/met_pos/heat.pdf

Н. Р. Хуснутдинов Уравнения математической физики - Уравнение теплопроводности - http://www.ksu.ru/f6/docs/met_pos/heat.pdf

Р. А. Даишев, Б. С. Никитин Уравнения математической физики. Сборник задач - http://toig-kazan.narod.ru/education/V/Zad1.pdf

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php?id=15&idm=5

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - http://toig-kazan.narod.ru/education.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Линейные и нелинейные уравнения физики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):
Балакин А.Б. _____
Даишев Р.А. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Попов А.А. _____
"__" _____ 201 __ г.