

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.

Программа дисциплины
Математические модели Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 27.03.05 - Инноватика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Аминова А.В.

Рецензент(ы):

Недопекин О.В.

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

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) Аминова А.В. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики, Asya.Aminova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "АБСТРАКТНАЯ МАТЕМАТИКА" является изучение дополнительных разделов математики, необходимых для изучения (специальных) физических курсов.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 27.03.05 Инноватика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина находится в программе 5-го семестра по профилю подготовки Б2. Математический и естественно-научный цикл, шифр Б.2.Б1. Для освоения дисциплины необходимо знакомство с курсом "Математика", который входит в программу 1-го, 2-го и 3-го семестров. Дисциплина является одной из основных, необходима для изучения всех физических курсов и успешной профессиональной деятельности.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ок-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
опк-3	способностью решать профессиональные задачи на основе истории и философии нововведений, математических методов и моделей для управления инновациями, компьютерных технологий в инновационной сфере
пк-1	способностью выбрать (разработать) технологию осуществления (коммерциализации) результатов научного исследования (разработки)

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять основные методы и понятия вариационного исчисления, математической физики, интегральных уравнений для решения конкретных физических и математических задач.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 4 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. Вариационное исчисление.	4		6	8	0	Контрольная работа Устный опрос
2.	Тема 2. Специальные функции	4		6	8	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Уравнения математической физики	4		12	18	0	Контрольная работа Устный опрос
4.	Тема 4. Интегральные уравнения	4		6	8	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Дискретная математика: Теория графов	4		6	8	0	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	50	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Вариационное исчисление.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Функционал. Вариация функционала. Экстремум функционала. Необходимое условие экстремума. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Обобщения простейшей задачи. Задача с закрепленными концами в случае n аргументов. Функционалы, зависящие от функций нескольких независимых переменных. Вторая вариация. Условие Лежандра. Условный экстремум. Простейшая задача с подвижными концами. Изопериметрические задачи. Поле экстремалей. Условие Якоби. Достаточные условия сильного и слабого экстремумов. Инвариантный интеграл Вейерштрасса ? Гильберта. Функция Вейерштрасса.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Экстремум функционала. Необходимое условие экстремума. Уравнение Эйлера. Задача с закрепленными концами в случае n аргументов. Функционалы, зависящие от функций нескольких независимых переменных. Вторая вариация. Условие Лежандра. Условный экстремум. Простейшая задача с подвижными концами. Изопериметрические задачи. Поле экстремалей. Условие Якоби. Достаточные условия сильного и слабого экстремумов.

Тема 2. Специальные функции

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Специальные функции. Цилиндрические функции. Функции Бесселя, Ханкеля, Неймана. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя. Ортогональность функций Бесселя, ряды по функциям Бесселя. Полиномы Лежандра. Производящая функция. Рекуррентные соотношения. Ортогональность полиномов Лежандра. Присоединенные функции Лежандра. Шаровые и сферические функции.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Цилиндрические функции. Функции Бесселя, Ханкеля и Неймана. Рекуррентные соотношения для функций Бесселя. Ряды по функциям Бесселя. Полиномы Лежандра. Производящая функция. Рекуррентные соотношения. Присоединенные функции Лежандра. Шаровые и сферические функции.

Тема 3. Уравнения математической физики

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям гиперболического типа. Уравнения свободных колебаний струны, уравнение вынужденных колебаний струны, уравнение колебаний мембраны, уравнения продольных колебаний стержней и срун. Постановка задач математической физики. Граничные и начальные условия. Понятие о задаче, корректно поставленной. Теорема единственности для 1-ой краевой задачи. Решение задачи Коши для бесконечной струны. Формула Даламбера. Устойчивость решения, его физическая интерпретация. Метод Фурье. Свободные поперечные колебания струны с закрепленными концами. Стоячие волны. Вынужденные колебания конечной струны. Сферические волны. Формула Пуассона. Метод Фурье в задачах о колебаниях мембраны. Свободные колебания прямоугольной мембраны. Свободные колебания круглой мембраны. Простейшие задачи, приводящие к уравнениям параболического типа. Уравнение теплопроводности. Диффузия газа в трубе. Постановка краевых задач и задачи Коши для уравнений теплопроводности. Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Функция источника (фундаментальное решение уравнения теплопроводности). Дельта-функция Дирака. Постановка краевых задач для уравнений эллиптического типа. Задача Дирихле. Задача Неймана. Теорема единственности решения краевых задач для уравнений эллиптического типа. Устойчивость решения задачи Дирихле. Методы решения краевых задач. I. Метод функций Грина. Формулы Грина, основная интегральная формула Грина, принцип максимума. Метод функций Грина в задаче Дирихле для уравнения Лапласа и Пуассона. Функция Грина для полупространства. Функция Грина для шара. II. Метод разделения переменных. Решение задачи Дирихле для прямоугольника методом Фурье. III. Метод потенциала. Несобственные кратные интегралы, зависящие от параметра. Объемный потенциал. Логарифмический потенциал. Потенциал простого и двойного слоя. Применение теории потенциала к решению краевых задач.

практическое занятие (18 часа(ов)):

Классификация уравнений с частными производными 2-го порядка. Уравнения свободных колебаний струны, уравнение вынужденных колебаний струны, уравнение колебаний мембраны, уравнения продольных колебаний стержней и срун. Решение задачи Коши для бесконечной струны. Формула Даламбера. Метод Фурье. Свободные поперечные колебания струны с закрепленными концами. Стоячие волны. Вынужденные колебания конечной струны. Сферические волны. Формула Пуассона. Метод Фурье в задачах о колебаниях мембраны. Свободные колебания прямоугольной мембраны. Свободные колебания круглой мембраны. Уравнение теплопроводности. Диффузия газа в трубе. Задача Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Функция источника. Дельта-функция Дирака. Задача Дирихле. Задача Неймана. Методы решения краевых задач. I. Метод функций Грина. Формулы Грина, основная интегральная формула Грина, принцип максимума. Метод функций Грина в задаче Дирихле для уравнения Лапласа и Пуассона. Функция Грина для полупространства. Функция Грина для шара. II. Метод разделения переменных. Решение задачи Дирихле для прямоугольника методом Фурье. III. Метод потенциала. Объемный потенциал. Логарифмический потенциал. Потенциал простого и двойного слоя. Применение теории потенциала к решению краевых задач.

Тема 4. Интегральные уравнения

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Уравнения Фредгольма и Вольтерра I и II родов. Собственные значения и собственные функции интегрального однородного уравнения. Интегральные уравнения с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма. Существование и единственность решения уравнения Фредгольма. Сведения о приближенных методах решения интегральных уравнений.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Интегральные уравнения Вольтерра 2-го рода. Интегральные уравнения Фредгольма 2-го рода с вырожденным ядром. Решение интегральных уравнений Вольтерра и Фредгольма методом последовательных приближений.

Тема 5. Дискретная математика: Теория графов

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Обходы графов. Гамильтоновы и Эйлеровы графы. Теоремы Дирака и Эйлера. Реализация графов. Реализация графов в R^3 . Планарные графы. Теорема Куратовского. Формула Эйлера и ее следствия. Плоско-двойственные графы Раскрашивание графов. Теоремы о 5 и 4 красках. Раскрашивание вершин, ребер и граней. Оценки раскрашиваемости.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Понятие графа. Орграф, мультиграф. Лемма о рукопожатиях. Операции над графами. Связность графов. Цепи, маршруты, циклы. Связность, реберная связность. Компоненты графа. Расстояние в графах. Понятия: радиус, диаметр, обхват, окружение и их свойства. Задача коммивояжера. Деревья и леса. Эквивалентные определения дерева. Классификация деревьев. Существование остовного дерева. Гамильтоновы и Эйлеровы графы. Реализация графов. Раскрашивание графов.

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. Вариационное исчисление.	4		подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	9	устный опрос
2.	Тема 2. Специальные функции	4		подготовка к устному опросу	18	устный опрос
3.	Тема 3. Уравнения математической физики	4		подготовка к контрольной работе	11	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	11	устный опрос
4.	Тема 4. Интегральные уравнения	4		подготовка к устному опросу	18	устный опрос
5.	Тема 5. Дискретная математика: Теория графов	4		подготовка к устному опросу	18	устный опрос
	Итого				94	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий

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

Тема 1. Вариационное исчисление.

контрольная работа , примерные вопросы:

контрольная работа , примерные вопросы: 1. Уравнение Эйлера. 2. Уравнение Эйлера-Остроградского. 3. Вариационная задача с подвижными границами для простейшего функционала. 4. Вариационные задачи на условный экстремум.

устный опрос , примерные вопросы:

Вопросы по теме раздела.

Тема 2. Специальные функции

устный опрос , примерные вопросы:

Вопросы по теме раздела.

Тема 3. Уравнения математической физики

контрольная работа , примерные вопросы:

контрольная работа , примерные вопросы: 1. Уравнения колебаний, теплопроводности с однородными граничными условиями. 2. Неоднородные уравнения колебаний и теплопроводности 3. Уравнение для прямоугольных областей. 4. Специальные функции

устный опрос , примерные вопросы:

Вопросы по теме раздела.

Тема 4. Интегральные уравнения

устный опрос , примерные вопросы:

Вопросы по теме раздела.

Тема 5. Дискретная математика: Теория графов

устный опрос , примерные вопросы:

Вопросы по теме раздела.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Раздел: вариационное исчисление.

1. Линейное нормированное пространство.
2. Определение функционала. Непрерывность, линейность функционала. Экстремум функционала.
3. Вариация функционала. Необходимое условие экстремума функционала.
4. Пространство непрерывных функций. Эпсилон - окрестность и расстояние между точками.
5. Уравнение Эйлера. Экстремали.
6. Основная лемма вариационного исчисления.
7. Уравнение Эйлера-Пуассона.
8. Уравнение Эйлера-Остроградского.
9. Вариационная задача с подвижными границами для простейшего функционала. Условия трансверсальности.
10. Задача с подвижными границами для функционала, зависящего от двух функций одного независимого аргумента. Поле экстремалей.
11. Условие Якоби. Функция Вейерштрасса. Достаточные условия экстремума функционала.
12. Вариационные задачи на условный экстремум.
13. Приложения вариационного исчисления к задачам механики и физики.
14. Уравнения Фредгольма и Вольтерра I и II рода. Собственные значения и собственные функции ядра интегрального однородного уравнения.
15. Решение уравнения Фредгольма II рода с вырожденным ядром.
16. Альтернатива Фредгольма (доказательство этой теоремы для уравнения с вырожденным ядром).

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

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

19. Сведения о приближенных методах решения интегрального уравнения.

Раздел: методы математической физики

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.

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. Ильин, А.М. Уравнения математической физики. [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2009. ? 192 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2181> ? Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

1. Петровский, Иван Георгиевич. Лекции об уравнениях с частными производными / И.Г. Петровский.—Москва: Физматлит, 2009.—400 с.
2. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах / А. Б. Васильева, Г. Н. Медведев, Н. А. Тихонов, Т. А. Уразгильдина .? Издание 2-е, исправленное .? Москва : Физматлит, 2005 .? 432 с. : ил. ; 22 см. ? (Курс высшей математики и математической физики ; Вып. 10) .? Библиогр.: с. 428-429 (28 назв.) .? ISBN 5-9221-0628-7.
3. Владимирова, Василий Сергеевич. Уравнения математической физики: учеб. для студентов вузов / В.С. Владимирова, В.В. Жаринов.—2-е изд., стер.—Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004.—398 с. 156 экз.
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. Соболева, Е.С. Задачи и упражнения по уравнениям математической физики. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.С. Соболева, Г.М. Фатеева. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2012. ? 96 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5295> ? Загл. с экрана.

7.3. Интернет-ресурсы:

Захаров А. В., Вариационное исчисление (djvu, 627 Кб, скачать). - <http://toig-kazan.narod.ru/education/III/Varlsch.djvu>

Ресурсы физико-математической библиотеки сайта EqWorld ? ?Мир математических уравнений? - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm>

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

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ -

<http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php?id=1>

Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета - <http://lib.mexmat.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Математические модели" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

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 27.03.05 "Инноватика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Аминова А.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Недопекин О.В. _____

"__" _____ 201__ г.