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. Минзарипов Р.Г.
_____
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Дифференциальные уравнения С2.В.2

Специальность: 011501.65 - Астрономия
Специализация: не предусмотрено
Квалификация выпускника: специалист
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

Казань
2015

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

Курс лекций "Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление" состоит из следующих разделов: Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Уравнения n-го порядка. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные уравнения n-го порядка. Общая теория линейных систем. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Теория устойчивости. Уравнения с частными производными первого порядка.

Целями освоения дисциплины (модуля) Б2.Б6. "Дифференциальные уравнения" является знание основных положений теории дифференциальных уравнений и овладение методами решения соответствующих задач и упражнений;

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " С2.В.2 Математический и естественнонаучный" основной образовательной программы 011501.65 Астрономия и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина "Дифференциальные уравнения " находится в программе 3-го семестра по плану специальности 011501 Астрономия, математический и естественно-научный цикл, шифр С2.В.2. Для освоения дисциплины студент должен уверенно владеть основами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры.

Знание теории дифференциальных уравнений и умение решать соответствующие задачи необходимо при изучении многих разделов физики, теоретической физики, астрофизики, небесной механики и др

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-5 (общекультурные компетенции)	- свободное владением литературной и деловой письменной и устной речью на русском языке, навыками публичной и научной речи, умением создавать и редактировать тексты профессионального назначения, владением одним из иностранных языков как средством делового общения
ПК-1 (профессиональные компетенции)	- способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные положения теории дифференциальных уравнений и вариационного исчисления;

2. должен уметь:

уметь использовать понятия и методы дисциплины при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике.

3. должен владеть:

методами решения соответствующих задач и упражнений; владеть методами интегрирования как обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, так и систем таких уравнений;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать методы теории дифференциальных уравнений и вариационного исчисления при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 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. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией.	3	1-3	6	6	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Уравнения n-го порядка.	3	4-7	6	6	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Системы дифференциальных уравнений.	3	8-11	6	8	0	устный опрос домашнее задание
4.	Тема 4. Элементы теории устойчивости.	3	12-14	3	3	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Уравнения с частными производными первого порядка.	3	15-17	3	3	0	контрольная работа домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			24	26	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Основные понятия и определения. Геометрическое толкование дифференциального уравнения первого порядка. Системы обыкновенных уравнений. дифференциальные уравнения в частных производных. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейное уравнение первого порядка. Уравнение Бернулли. Уравнение Риккати. Уравнение в полных дифференциалах. Теорема Коши существования и единственности решения уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной. Принцип сжатых отображений. Доказательство теоремы Коши. Теорема Коши существования и единственности решения системы уравнений первого порядка, разрешенных относительно производной. Особые точки, особые кривые, особые решения.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Уравнения с разделяющимися переменными. Задачи 51-60 из [3]. Однородные уравнения. Задачи 101,102, 107,108,113-116,119,120, из [3]. Линейные уравнения первого порядка. Задачи 138,140, 147,150, 161,163 из [3]. Уравнения в полных дифференциалах, интегрирующий множитель. Задачи 186,187,192,193,195,196 из [3]. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Задачи 256, 257, 271, 272, 282, 283, 293, 296 из [3].

Тема 2. Уравнения n-го порядка.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Уравнения, не разрешенные относительно производной. Теорема существования и единственности решения уравнения, не разрешенного относительно производной. Теорема существования и единственности решения для дифференциальных уравнений высших порядков. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного дифференциального уравнения n-го порядка. Формула Остроградского ? Лиувилля.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Задачи 515, 516, 519, 520, 527, 528, 533, 534, 537, 538 из [3]. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Задачи 541, 543, 545, 547, 575-578, 589, 590, 595, 598 из [3].

Тема 3. Системы дифференциальных уравнений.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Теорема об общем решении линейного неоднородного уравнения n-го порядка. Нахождение частного решения методом вариации произвольных постоянных. Метод Коши нахождения частного решения линейного неоднородного дифференциального уравнения n-го порядка. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами. Уравнения Эйлера. Понятие о краевых задачах. Задача Штурма ? Лиувилля. Функция Грина. Метод построения функции Грина. Физическая интерпретация функции Грина. Системы дифференциальных уравнений. Сведение системы дифференциальных уравнений к одному дифференциальному уравнению старшего порядка. Интегрирование систем дифференциальных уравнений путем нахождения интегрируемых комбинаций.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Краевые задачи. Задачи 751 ? 754, 764-767, 772, 773, 778, 779 из [3]. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Задачи 786 ? 791, 796-799 из [3]. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Задачи 801 ,802, 806, 807, 826 ? 829, 846 - 850 из [3].

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 4. Элементы теории устойчивости.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Системы линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений. Нахождение решений системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений методом вариации произвольных постоянных. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Простые корни характеристического полинома. Кратные корни характеристического полинома.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Устойчивость, особые точки. Задачи 899 ? 903, 915, 916, 961, 962, 971, 972, 981, 982 из [3].

Тема 5. Уравнения с частными производными первого порядка.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Теория устойчивости. Основные определения и сведение задачи к исследованию точек покоя. Простейшие точки покоя. Второй метод Ляпунова. Исследование уравнений на устойчивость по первому приближению. Теорема Гурвица. Уравнения в частных производных первого порядка. Теорема Коши ? Ковалевской существования и единственности решения уравнения в частных производных. Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка. Общее решение линейного уравнения в частных производных первого порядка. Общее решение квазилинейного уравнения в частных производных первого порядка. Задача Коши квазилинейного уравнения в частных производных первого порядка.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Уравнения в частных производных первого порядка. Задачи 1167 ? 1170, 1173, 1174, 1182, 1183, 1194-1200 из [3].

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. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией.	3	1-3	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
2.	Тема 2. Уравнения n-го порядка.	3	4-7	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Системы дифференциальных уравнений.	3	8-11	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
4.	Тема 4. Элементы теории устойчивости.	3	12-14	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Уравнения с частными производными первого порядка.	3	15-17	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
	Итого				22	

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.

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

Тема 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Уравнения с разделяющимися производными ◆ 51 - 100 (Филиппов, Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А.Ф. Филиппов .? Москва ; Ижевск : Регуляр. и хаотич. динамика, 2005 .? 174, [1] с. 93 экз.) 2. Однородные уравнения: ◆101 - 135 3. Линейне уравнения ◆137 - 185 4. Уравнения в полных дифференциалх ◆ 186 - 20 5. Уравнения не разрешенные относительно производной ◆ 241 - 300 6 Уравнения, допускающие понижение порядка: ◆ 421 - 510 Компетенции: ПК-1, ОК-5.

Тема 2. Уравнения n-го порядка.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Уравнения, допускающие понижение порядка ◆421 - 510 2. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами ◆ 511 - 640 3. Линейные уравнения с переменными коэффициентами ◆ 641 - 750 Компетенции: ПК-1, ОК-5.

Тема 3. Системы дифференциальных уравнений.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Линейные системы с постоянными коэффициентами ◆ 786 - 880 2. Нелинейные системы : ◆ 1141 - 1166 Компетенции: ПК-1, ОК-5.

устный опрос , примерные вопросы:

Примерные вопросы: Системы дифференциальных уравнений. Нормальная система. Теорема существования и единственности решения. Системы линейных уравнений. Системы однородных уравнений. Теоремы о решении. Вронскиан решения. Фундаментальная матрица. Общее решение и решение задачи Коши в матричной форме. Система неоднородных уравнений. Общее решение и решение задачи Коши в матричной форме. Нахождение интегрируемых комбинаций для системы и первые интегралы. Решение системы уравнений, заданных в симметричной форме. Интегрирование системы дифференциальных уравнений путем сведения к одному уравнению более высокого порядка. Системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение для однородной системы и характеристические числа. Решение однородной системы. Решение неоднородной системы, Метод вариации произвольных постоянных. Понятие о краевых задачах. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина. Метод построения функции Грина. Физическая интерпретация функции Грина. Компетенции: ПК-1, ОК-5.

Тема 4. Элементы теории устойчивости.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Устойчивость ◆ 880 - 1000 Компетенции: ПК-1, ОК-5.

Тема 5. Уравнения с частными производными первого порядка.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Уравнения в частных производных: ◆1167 - 1223 Компетенции: ПК-1, ОК-5.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Уравнение первого порядка. 2. Уравнение первого порядка. 3. Линейное урвнение постоянными коэффициентами 4. Линейная система с постоянными коэффициентами 5. Уравнение с частными производными Компетенции: ПК-1, ОК-5.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Расчетные работы: Расчетные задания по математике. Дифференциальные уравнения (3 семестр). Составители: А.И.Егоров, Р.К..Мухарлямов. Казань, 2004

БИЛЕТЫ К ЗАЧЕТУ/ЭКЗАМЕНУ

Билет 1.

1. Дифференциальное уравнение 1-го порядка, разрешенное и неразрешенное относительно производной.

2. Общее решение и задача Коши для линейного уравнения в частных производных первого порядка.

Билет 2.

1 Задача Коши. Теорема существования и единственности решения.

2. Общее решение и решение задачи Коши для квазилинейного уравнения в частных производных первого порядка.

Билет 3.

1. Основные интегрируемые типы уравнений 1-го порядка.

2. Основные определения и понятия теории устойчивости.

Билет 4.

1. Теорема существования и единственности для уравнения, не разрешённого относительно производной.

2. Тривиальное решение и его устойчивость по Ляпунову.

Билет 5.

1. Уравнения n-го порядка. Уравнения, допускающие понижения порядка.

2. Простейшие типы точек покоя для однородной системы двух

уравнений с двумя переменными и их устойчивость.

Билет 6.

1. Линейные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного однородного уравнения n-го порядка.

2. Об исследовании на устойчивость по первому приближению.

Билет 7.

1. Линейные неоднородные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного неоднородного уравнения.

2. Метод функции Ляпунова.

Билет 8.

1. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами и их решение

2. Основные теоремы Ляпунова.

Билет 9.

1. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами и нахождение решения для различных видов свободного члена.

2. Вронскиан решения. Фундаментальная матрица.

Билет 10.

1. Метод вариации произвольных постоянных в линейных уравнениях n-го порядка.

2. Общее решение и решение задачи Коши в матричной форме.

Билет 11.

1. Нормальная система. Теорема существования и единственности решения.

2. Основные определения и понятия теории устойчивости.

Билет 12.

1. Системы линейных уравнений. Системы однородных уравнений. Теоремы о решении.
2. Уравнения не разрешённые относительно производной.

Билет 13.

1. Вронскиан решения. Фундаментальная матрица
2. Простейшие типы точек покоя для однородной системы двух уравнений с двумя переменными и их устойчивость.

Билет 14.

1. Общее решение и решение задачи Коши в матричной форме.
2. Нахождение интегрируемых комбинаций для системы и первые интегралы.

Билет 15.

1. Система неоднородных уравнений.
2. Линейные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного однородного уравнения n-го порядка.

Билет 16.

1. Системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение для однородной системы и характеристические числа.
2. Линейные неоднородные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного неоднородного уравнения n-го порядка.

Билет 17.

1. Решение однородной системы
2. Метод вариации произвольных постоянных в системах линейных неоднородных уравнений.

Билет 18.

1. Интегрирование системы дифференциальных уравнений путем сведения к одному уравнению более высокого порядка.
2. Об исследовании решения на устойчивость по первому приближению.

Билет 19.

1. Нахождение интегрируемых комбинаций для системы и первые интегралы.
2. Общее решение и решение задачи Коши для квазилинейного уравнения в частных производных первого порядка.

Билет 20.

1. Решение системы уравнений, заданных в симметричной форме.
2. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами и их решение.

Самостоятельная работа студентов.

Тема 1. Изоклины. Составление дифференциального уравнения. Задачи 1 - 8, 17 - 23,30 - 34, 37 - 40 из [3].

Тема 2. Геометрические и физические задачи. Задачи 72 - 74, 80 - 82, 84 - 86 из [3].

Тема 3. Уравнения Бернулли, уравнения Риккати. Задачи 151 - 156, 167 - 171 из [3].

Тема 4. Уравнения, допускающие понижение порядка. Задачи 421 - 426, 451 - 454, 455, 456, 463 - 467,477 - 480 из [3].

Тема 5. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Задачи 549 - 559, 601 - 608 из [3].

Тема 6. Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Задачи 681- 685, 706 - 710 из [3].

Тема 7. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Задачи 851 - 860 из [3].

Тема 8. Фазовая плоскость. Задачи 1021 - 1034 из [3].

Тема 9. Нелинейные системы. Задачи 1141 - 1150, из [3].

7.1. Основная литература:

1.Туганбаев, А. А. Дифференциальные уравнения [электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Туганбаев. ? 2-е изд., стереотип. ? М. : ФЛИНТА, 2011. ? 31 с.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=454637

2.Пантелеев, А. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практический курс [Электронный ресурс] : учеб. пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова, К. А. Рыбаков. - М.: Логос, 2010. - 384 с.

http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469288

3. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: Учебник. В 3-х тт. Том 1. М.: ЛАНЬ,2009, 9-е изд.,- 608 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=407;

Том 2. М.: ЛАНЬ, 2009, 9-е изд.,- 800 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=408;

Том 3. М.: ЛАНЬ, 2009, 9-е изд.,- 656 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=409

7.2. Дополнительная литература:

1. Основы векторного и тензорного анализа : учебно-методическое пособие / А. М. Анчиков .? Казань : КГУ, 2006 .? 161 с. ; 20 см. ? Библиогр.: с. 158-159.

2. Дифференциальные уравнения : конспект лекций : учебно-методическое пособие / Р. А. Даишев, А. Ю. Даньшин ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. ? Казань : Казанский государственный университет, 2009 .? 150 с. : ил. ; 21 .? Библиогр.: с. 146 (4 назв.). 174 экз.

3.Мухарлямов Р.К., Панкратьева Т.Н,, Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков.-Казань: КГУ, 2009. -58 с. 30 экз

4.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. 8 экз

7.3. Интернет-ресурсы:

Р. А. Даишев, А. Ю. Даньшин Дифференциальные уравнения (Конспект лекций) - http://www.ksu.ru/f6/k6/bin_files/lections!6.pdf

Р. К. Мухарлямов, Т. Н. Панкратьева Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков - http://www.ksu.ru/f6/k6/bin_files/diff2muharl!9.pdf

Р. К. Мухарлямов, Т. Н. Панкратьева Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка - http://www.ksu.ru/f6/k6/bin_files/diff1muharl!8.pdf

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дифференциальные уравнения" 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 специальности: 011501.65 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

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

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