

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Жегалов В.И. , Шурыгин В.В.

**Рецензент(ы):**

Мухлисов Ф.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Обносов Ю. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 81723117

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) Жегалов В.И. Кафедра дифференциальных уравнений отделение математики , Valentin.Zhegalov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Шурыгин В.В. Кафедра дифференциальных уравнений отделение математики , 1Vadim.Shurygin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений" являются:

- 1) углубление и расширение базового курса "Обыкновенные дифференциальные уравнения";
- 2) получение обучающимися представления о месте дифференциальных уравнений в общем спектре подходов к исследованию прикладных задач;
- 3) ознакомление с возникающими при этом специфическими трудностями и путями их преодоления.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.01 Математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина "Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений" входит в цикл профессиональных дисциплин в базовой части.

Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: математический анализ, линейная алгебра, абстрактная алгебра.

Освоение дисциплины "Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений" необходимо при последующем изучении дисциплин "Уравнения в частных производных" ("Уравнения математической физики"), "Дифференциальная геометрия и топология" и ряда других.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные элементы теории и практики математического моделирования, основанного на результатах общего курса дифференциальных уравнений,

2. должен уметь:

выделять наиболее существенные внутренние закономерности внутренних процессов и явлений

3. должен владеть:

навыками, позволяющими четко охарактеризовать методику применяемого исследования и получаемые результаты

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания и умения в новых ситуациях

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 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. Теория борьбы биологических видов за существование.	5	1-5	4	4	0	Устный опрос Письменное 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	
2.	Тема 2. Теория творческого процесса.	5	6-9	4	4	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа Устный опрос
3.	Тема 3. Оптимальное управление.	5	10-14	6	6	0	Письменное домашнее задание Устный опрос
4.	Тема 4. Разные задачи.	5	15-17	4	4	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет
	Итого			18	18	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Теория борьбы биологических видов за существование.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Борьба за общую пищу. Модель хищник-жертва. Линейная модель враждебных действий.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Дифференциальные модели в экологии. Математическая теория эпидемий. Модели боевых действий.

### Тема 2. Теория творческого процесса.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Построение общей модели и вывод на примере минимального коллектива (2 участника) основных закономерностей.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Обобщение на многомерные коллективы со структурами "солнце" и "колесо".

### Тема 3. Оптимальное управление.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Постановка задачи, уравнение Беллмана и принцип максимума Понтрягина.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Быстрейшая остановка движущегося прямолинейно объекта. Быстрейшая остановка математического маятника ограниченной по модулю силой.

### Тема 4. Разные задачи.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Законы Кеплера движения планет. Траектория поиска подводной лодки. Эффективность рекламы. Спрос и предложение.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Экологическая задача. Расщепление сложного вещества. Взлет ракеты.

#### 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. Теория борьбы биологических видов за существование.	5	1-5	подготовка домашнего задания	5	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Теория творческого процесса.	5	6-9	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
3.	Тема 3. Оптимальное управление.	5	10-14	подготовка домашнего задания	5	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Разные задачи.	5	15-17	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
	Итого				36	

#### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

активные и интерактивные формы.

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

##### Тема 1. Теория борьбы биологических видов за существование.

домашнее задание, примерные вопросы:

решение задач по материалам практических занятий

устный опрос, примерные вопросы:

опрос теоретического материала, изученного на лекциях

##### Тема 2. Теория творческого процесса.

домашнее задание, примерные вопросы:

решение задач по материалам практических занятий

контрольная работа , примерные вопросы:

Пример варианта контрольной работы. 1. Найти решение в модели Вольтерра-Лотки при данных значениях параметров. 2. Решить задач теории эпидемий в случае, когда начальное количество инфицированных особей не превосходит критического значения.

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, изученного на лекциях

### **Тема 3. Оптимальное управление.**

домашнее задание , примерные вопросы:

решение задач по материалам практических занятий

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, изученного на лекциях

### **Тема 4. Разные задачи.**

домашнее задание , примерные вопросы:

решение задач по материалам практических занятий

контрольная работа , примерные вопросы:

Пример варианта контрольной работы. 1. Решить задачу об однопродуктовой модели оптимального развития экономики при данных значениях параметров. 2. Найти оптимальное управление в задаче  $\int_0^1 (x^2+u^2)dt \rightarrow \min$ ,  $\dot{x}=u$ ,  $x(0)=1$ .

устный опрос , примерные вопросы:

опрос теоретического материала, изученного на лекциях

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару.

Примеры билетов на зачет.

Билет ♦1.

1. Траектория поиска подводной лодки.
2. Решить задачу оптимизации распределения капитальных вложений между отраслями в случае двух отраслей.

Билет ♦2.

1. Решить задачу теории эпидемий в случае, когда начальное количество инфицированных особей превосходит критическое значение.
2. Вывести уравнение Беллмана.

Билет ♦3.

1. Принцип максимума Понтрягина
2. Законы Кеплера. Вывод закона площадей.

Билет ♦4.

1. Модели боевых действий.
2. Вывод уравнения логистической кривой.

### **7.1. Основная литература:**

1. Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие / В. И. Жегалов, С. Н. Киясов. Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2007. 180 с.

2. Дифференциальные уравнения. Основы теории, методы решения задач: учебное пособие / С. Н. Киясов, В. В. Шурыгин; Казан. федер. ун-т. Казань: [Казанский университет], 2011. 112 с.: ил.; 21. Библиогр.: с. 111 (7 назв.), 100.
3. Треногин В. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения. - М. Физматлит, 2009, 312с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2341](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2341)
4. Абдрахманов В.Г., Рабчук А.В. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания. Изд-во "Лань", 2014, 112 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45675](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45675)

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Демидович Б.П. Дифференциальные уравнения. - 3-е изд. - Санкт-Петербург: Лань, 2008. - 288 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=126](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=126)
  2. Бибиков Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. Изд-во "Лань", 2011, - 304 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1542](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1542)
  3. Романко В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления. Изд-во: "Бином. Лаборатория знаний", 2013, -344 с.
- Адрес в сети: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42609](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42609)

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- приложения ОДУ - <http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/student/ode/examples.asp>  
приложения ОДУ - <http://www.alleng.ru/d/math/math217.htm>  
приложения ОДУ - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/ode.htm>  
приложения ОДУ - <http://kvm.gubkin.ru/difur.pdf>  
приложения ОДУ - [http://www.ph4s.ru/book\\_mat\\_difur.html](http://www.ph4s.ru/book_mat_difur.html)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений" 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 семинарских занятий.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Жегалов В.И. \_\_\_\_\_

Шурыгин В.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Мухлисов Ф.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.