

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

Рабочая программа по дисциплине:

**Дифференциальные уравнения в прикладных задачах
естествознания.**

Направление :

01.03.01 Математика

Профиль подготовки

Квалификация (степень) выпускника
Академический бакалавр

Форма обучения
очная

Махачкала 2018

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения в прикладных задачах естествознания» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **01.03.01 Математика**

Приказ Минобрнауки от «7» августа 2018г. № 937.

Разработчик: кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа, Джабраилова Лейла Мусаевна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры ДУ и ФА от 31.05.2018г., протокол № 10

Зав. кафедрой _____  Сиражудинов М.М.
(подпись)

на заседании Методической комиссии факультета М и КН от 27.06.2018г.,
протокол № 6.

Председатель _____  Бейбалаев В.Д.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«29» июня 2018г. _____  Гасангаджиева А.Г.

Содержание

Аннотация рабочей программы дисциплины

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)
4. Объем, структура и содержание дисциплины
5. Образовательные технологии
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина "Дифференциальные уравнения в прикладных задачах естествознания"
 » входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению

01.03.01 Математика

Дисциплина реализуется на математическом факультете кафедрой дифференциальных уравнений и функционального анализа.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием и развитием у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ математического аппарата осуществлять профессиональную деятельность.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ОПК-1, ПК-2, ПК-11,

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольная работа, коллоквиум и тестирование и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в том числе в 108 академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирова нный зачет, экзамен	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					зачет		
	Все го	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практическ ие занятия	СРС	консул ьтации			
8	108	32	-	18	58	-	4	зачет

1. Цели освоения дисциплины.

Дисциплина «**Дифференциальные уравнения в прикладных задачах естествознания**» рассматривает использование современной теории и практики дифференциальных уравнений для решения прикладных задач естествознания .

Целью дисциплины является изучение основных математических моделей ,применяющихся в различных разделах современной биологии, медицины,экологии ,физики ,теоретической механики и т.д. , подготовка студентов в области исследования сложных систем и процессов на основе методов математического моделирования, с применением дифференциальных уравнений и их систем.

Задачами преподавания дисциплины являются следующие:

- раскрыть содержание базовых понятий, предмета, методов и принципов моделирования;
- дать представление о видах моделирования и основных подходах к построению математических моделей систем;
- исследование и оптимизация процессов естествознания и описание их и систем на различных уровнях их организации;
- дать навыки применения точных математических методов в научно-исследовательской работе ;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.

Дисциплина «Дифференциальные уравнения в прикладных задачах естествознания» входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых базируется дисциплина являются «Математический анализ», «Линейная алгебра».

Особенностью дисциплины является обучение студентов основам построения моделей физических, биологических и других процессов и проведение вариантных модельных экспериментов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с дифференциальными уравнениями, системами дифференциальных уравнений, устойчивостью решений дифференциальных уравнений. Применяются в гидродинамике, в теории упругости, статике и динамике, биологии, медицине и химии. Дисциплину "Дифференциальные уравнения в прикладных задачах естествознания" необходимо изучить для исследования вопросов связанных с методами математической физики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов в будущей профессиональной деятельности.	Знает: основные теоремы и задачи математического анализа и дифференциальных уравнений. Умеет: описывать задачи естествознания с помощью математического аппарата дифференциальных уравнений и их систем. применять полученные знания для решения задач в различных областях биологии, химии и физики, осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования экосистемы Владеет: методами решения всех видов дифференциальных уравнений и их систем. Исследовать системы дифференциальных уравнений на устойчивость. Методами качественного анализа решений.
ПК-2	Способность математически корректно ставить естественно-научные задачи, знание	Знает: основные виды математических моделей, постановки классических прикладных задач. взаимосвязи предметов математического направления между собою, постановки основных

ПК-11	постановок классических задач математики.	классических проблем и задач естествознания. Умеет: решать основные типы дифференциальных уравнений и их систем; анализировать решения, исследовать на устойчивость системы дифференциальных уравнений. Владеет: методами и приемами решения дифференциальных уравнений всех типов и видов, методами качественного анализа решений.
	Способность к проведению методических и экспертных работ в области математики	Знает: структуру отчетных документов и методических комплексов по предмету. Умеет : доступно и наглядно демонстрировать цели и задачи различных математических дисциплин. Владеет : разрабатывать методики адекватного соотношения уровня подготовки учащихся и их индивидуальных качеств с профессиональными требованиями

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура и содержание дисциплины

№	Тема	Виды учебной работы и самостоятельная работа, в час.				Итого	Формы контроля
		Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Модуль 1.						
2	Дифуравнения в экологии	2	2		10	14	тест
3	Динамика популяций Моделирование микробных популяций	2	2		10	14	тест
4	Периодические процессы .Колебания в биологических системах. Модели распространения эпидемий	4	2		10	16	тест

5	Итого за 1 модуль	8	6		30	44	тест
	Модуль 2						
6	Классические задачи физики решаемые с помощью уравнений в частных производных.	4	2		6	12	тест
7	Модели гидродинамики	4	2		4	10	тест
	Дифуравнения в химии	2	2		2	6	
8	Итого за 2 модуль	10	6		12	28	тест
9	Модуль 3						
10	Элементы качественной теории дифуравнений.	4	1		4	9	тест
11	Исследование устойчивости стационарных состояний систем.	4	1		4	9	тест
12	Исследование устойчивости динамических систем задач медицины.	2	2		4	8	тест
13	Устойчивость состояний динамических систем задач медицины	4	2		4	10	тест
12	Итого за 3 модуль	14	6		16	36	зачет
	итого	32	18		58	108	

4.1.Содержание дисциплины (темы лекционных занятий)

Модуль 1 .Дифференциальные уравнения в биологии и экологии.(8ч)

Тема 1 . Дифференциальные уравнения в экологии.

Основные типы дифуравнений и их приложения к составлению математических моделей биологических задач. Модель взаимодействия Вольтерра. Модель конкурентного взаимодействия двух видов .Модель хищник - жертва .Нормирование выбросов вредных веществ.

Тема 2. Динамика популяций.

Взаимодействие популяций. Конкуренция. Модели Хэснела.
Гипотеза Вольтерра.

Тема3 .Периодические процессы .Колебания в биологических системах.

Биологические часы. Модели сердца. Стохастический резонанс в биологии .Понятия автоколебаний .Бифуркация Андронова- Хопфа. Модель брюсцеллятор.

Тема 4.Модели распространения эпидемии и иммунных реакций .

Анализ распространения безыммунной эпидемии .Модели развития эпидемии с приобретенным иммунитетом .Математическая модель динамики иммунных реакций .Математические модели в вирусологии.

Тема 5. Нелинейные волны.

Модель нервного импульса. Нелинейная модель антипорта ионов. Мультистационарная модель. Автоколебательная модель. Динамический хаос.

Тема 6 .Моделирование микробных популяций.

Микробные популяции как объект моделирования и управления. Непрерывная культура микроорганизмов. Модель Моно. Двухвозрастная модель .Непрерывные возрастные распределения.

Модуль 2.Дифференциальные уравнения в частных производных.(10ч)

Тема 7.Классические задачи физики решаемые с помощью уравнений в частных производных.

Кривая погони .Задача о брахистохроне. Кривизна плоских кривых.Уравнение цепной линии . Второй закон Ньютона .Закон всемирного тяготения .

Механические колебания . Нелинейный математический маятник .Колебания в электрических цепях.

Уравнение колебаний струны .Уравнение колебаний мембраны.Задача о распределении тепла в стержне.

Тема 8. Модели гидродинамики.

Дифференциальные уравнения и их системы в задачах гидродинамики.
Модели гидродинамики. Движение рыб. Динамика крови.

Тема 10.Дифференциальные уравнения в химии.

Скорость реакции. Кинетические уравнения.Каталитические процессы.
Необратимая реакция определенного порядка.

Модуль 3.Элементы качественной теории дифуравнений.(14ч)

Тема 11.. .Элементы качественной теории дифуравнений.

Непрерывные и дискретные модели. Системы дифференциальных уравнений как модели биологических процессов. Устойчивость динамических систем. Модели Мальтуса и Ферхюльста.

Тема 12. Исследование устойчивости стационарных состояний систем.

Уравнения Лотки и Вольтерра .Стационарные состояния систем. Устойчивость по Ляпунову. Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния.

Тема 13. Устойчивость состояний динамических систем задач медицины.

Модели морфогенеза. Рост колоний микробов . Рост раковой опухоли.

Модель лимфоцитарного хориоменингита .Модель Велдона (лейкемии).Модель Отгесена (сердечно-сосудистой системы)

4.2. Содержание дисциплины (темы практических занятий)

Модуль 1

Тема 1 . Дифференциальные уравнения в экологии.(1ч)

Приложения дифференциальных уравнений в экологии. Модель «хищник-жертва». Модель взаимодействия Вольтерра. Конкуренция.

Тема2 . Динамика популяций . (1 час)

Взаимодействие популяций. Конкуренция. Модели Хэснела. Гипотеза Вольтерра.

Тема 3. Периодические процессы (2 часа)

Модели сердца. Стохастический резонанс в биологии .Понятия автоколебаний .Бифуркация Андронова-Хопфа. Модель брусцеллятор.

Тема 4. Модели распространения эпидемии и иммунных реакций (1ч)

Математическая модель динамики иммунных реакций .Математические модели в вирусологии .

Тема 5. Нелинейные волны.(1ч)

Модель нервного импульса. Нелинейная модель антипорта ионов. Мультистационарная модель. Автоколебательная модель. Динамический хаос.

Тема 6 .Моделирование микробных популяций.(2ч)

Микробные популяции как объект моделирования и управления. Непрерывная культура микроорганизмов. Модель Моно. Двухвозрастная модель .Непрерывные возрастные распределения.

Модуль 2.

Тема 7.Классические задачи физики решаемые с помощью уравнений в частных производных.(2ч)

Кривая погони .Задача о брахистохроне. Кривизна плоских кривых.Уравнение цепной линии
. Второй закон Ньютона .Закон всемирного тяготения .

Механические колебания . Нелинейный математический маятник .Колебания в электрических цепях.

Уравнение колебаний струны .Уравнение колебаний мембраны.Задача о распределении тепла в стержне.

Тема 8. Модели гидродинамики.(1ч)

Дифференциальные уравнения и их системы в задачах гидродинамики.
Модели гидродинамики. Движение рыб. Динамика крови.

Тема 9.Дифференциальные уравнения в химии.(1ч)

Скорость реакции. Кинетические уравнения.Каталитические процессы.
Необратимая реакция определенного порядка.

Модуль 3.Элементы качественной теории дифуравнений.(6ч)

Тема 11.Элементы качественной теории дифуравнений.(2ч)

Непрерывные и дискретные модели. Системы дифференциальных уравнений как модели биологических процессов. Устойчивость динамических систем. Модели Мальтуса и Ферхюльста.

Тема 12. Исследование устойчивости стационарных состояний систем.(2ч)

Уравнения Лотки и Вольтерра .Стационарные состояния систем. Устойчивость по Ляпунову.
Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния.

Тема 13.Устойчивость состояний динамических систем задач медицины.(2ч)

Модели морфогенеза. Рост колоний микробов . Рост раковой опухоли.
Модель лимфоцитарного хориоменингита .Модель Велдона (лейкемии).Модель Отгесена (сердечно-сосудистой системы).

5. Образовательные технологии

В основе преподавания дисциплины лежит лекционно-семинарская система обучения, что связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала, содержащего глубокие и абстрактные понятия. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов. По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы экспертов и специалистов.

При изучении дисциплины «Дифференциальные уравнения в прикладных задачах естествознания» используются следующие образовательные технологии:.

- аудиторные занятия (лабораторные занятия);
- внеаудиторные занятия (самостоятельная работа, индивидуальные консультации).

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» предусматривается использование в учебном процессе следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

- практические занятия в диалоговом режиме;
- компьютерное моделирование и практический анализ результатов;
- научные дискуссии;
- работа в малых группах по темам, изучаемым на занятиях

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

1. А.Р. Эфендиев, Дифференциальные уравнения (пособие), ДГУ, 2012 г.
2. А.Р. Эфендиев, Практикум по дифференциальным уравнениям (пособие), ДГУ, 2012 г.
3. Киясов, С.Н.Шурыгин В.В.Дифференциальные уравнения.Основы теории.Учебное пособие./-Казань,КФУ,2011г.
- 4.Мухарлямов Р.К.Панкратьева Т.Н.Системы обыкновенных дифференциальных уравнений./Метод пособие.Казань,КФУ.-2013

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Дифуравнения первого порядка	Доклады на тему: 1.Основные типы уравнений первого порядка.Линейные уравнения и уравнения Бернулли.
Элементы статистического анализа	Доклады на тему: 1.Комбинаторика в генетике. 2.Статистика в генетике..
Дифуравнения в частных производных	Доклады на тему: 1.Фазовые потоки и эволюция.
Элементы качественного анализа в теории дифуравнений	Доклады на тему: 1.Фазовые портреты для канонических систем на плоскости
Исследование устойчивости стационарных состояний систем	Доклады на тему: 1.Модели морфогенеза. 2.Фазовый портрет динамической системы.
Динамика популяций.Моделирование микробных популяций.	Доклады на тему: 1.Модель Моно.
Задачи статики и динамики .	Доклады на тему: 1.Динамика вращательного движения.
Дифференциальные уравнения в химии.	Доклады на тему: 1. Некоторые дифференциальные модели в биологии и химической кинетике и физике. Примеры полного качественного исследования

7. Фонд оценочных средств, для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1	Способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой.	<p>Знает: основные определения и теоремы курса дифференциальных уравнений, разностных уравнений и их систем. Знает постановки и методику решения классических задач математики.</p> <p>Умеет: применять полученные знания для решения дифференциальных уравнений и их систем, в том числе, с применением численных методов. Решать все основные типы дифференциальных уравнений и разностных уравнений различных порядков.</p> <p>Владеет: навыками и методами исследования и решения дифференциальных уравнений и их систем, решения задачи Коши, исследования устойчивости решений. Методами качественного анализа полученных решений с применением информационных технологий.</p>	Коллоквиум, контрольная работа, экзамен
ПК-2	Способность математически корректно ставить естественно-научные задачи, знание постановок	Знает: основные виды математических моделей взаимосвязи предметов математического направления между собой, постановки	Коллоквиум, контрольная работа,

	классических задач математики	основных классических проблем и задач естествознания. Умеет: решать основные типы дифуравнений и их систем; анализировать решения ,исследовать на устойчивость системы дифуравнений. Владеет: методами и приемами решения дифуравнений всех типов и видов, методами качественного анализа решений	экзамен
ПК-11	Способность к проведению методических и экспертных работ в области математики	Знает: структуру отчетных документов и методических комплексов по предмету. Умеет : доступно и наглядно демонстрировать цели и задачи различных математических дисциплин. Владеет : разрабатывать методики адекватного соотношения уровня подготовки учащихся и их индивидуальных качеств с профессиональными требованиями	----- Коллокви ум, контроль ная работа, экзамен

7.2. Типовые контрольные задания

Примерный список вопросов к зачету :

1. Особенности систем и задач естествознания и как объектов математического моделирования.
2. Кинетические уравнения в химии
3. Уравнения материального баланса в химии
4. Экстремум.
5. Дифуравнение экспоненциального роста.
6. Уравнение Лапласа.
7. Уравнение Пуассона.
8. Уравнение Неймана.
9. Частично изолированные популяции
10. Модель Оттесена.
11. Устойчивость систем дифуравнений.
12. Дифференциальные уравнения в экологии
13. Модель "хищник -жертва"
14. Модели биологической динамики на основе точечных отображений
15. Диаграмма Ламеррея
16. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений
17. Дифференциальные уравнения в частных производных
18. Модели морфогенеза
19. Рост колоний микробов
20. Рост ареала популяции

21. Рост раковой опухоли
22. Устойчивое развитие биологических систем.
23. Периодические процессы
24. Биологические часы
25. Модели сердца
26. Стохастический резонанс в биологии
27. Модели гидродинамики
28. Движение рыб
29. Динамика крови
30. Нелинейные волны

Примерные задания для контрольных работ

1. Уравнение $N' = rN \left(1 - \frac{N}{K}\right) - H$ представляет простейшую модель рыбной ловли. В отсутствие рыболовов популяция рыб растет предположительно согласно логистической кривой. Влияние рыбаков на численность популяции определяется членом $H > 0$, который говорит о том, что рыба ловится в постоянном объеме H , не зависящем от N . Это предполагает, что рыбаки не заботятся об оставшейся рыбе и каждый день ловят одно и то же ее количество. Нарисовать фазовые портреты для различных величин h . Обсудить поведение популяции при $h < h_c$ и $h > h_c$. Дать биологическую интерпретацию в каждом случае.
2. Рассмотреть модель стимулирования светляков

$$\begin{cases} \Theta' = \Omega \\ \theta' = w + Af(\Theta - \theta) \end{cases}$$

где

$$f(\varphi) = \begin{cases} \varphi, & -\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} \\ \pi - \varphi, & \frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{3\pi}{2} \end{cases}$$

и $f(\varphi)$ периодически распространяется за пределы указанного промежутка.

Нарисовать график $f(\varphi)$. Найти интервал стимуляции. В предположении, что жук и стимулятор находятся в фазовом замке, найти формулу для фазовой разности φ^* .

3. Простейшая модель конкуренции имеет вид

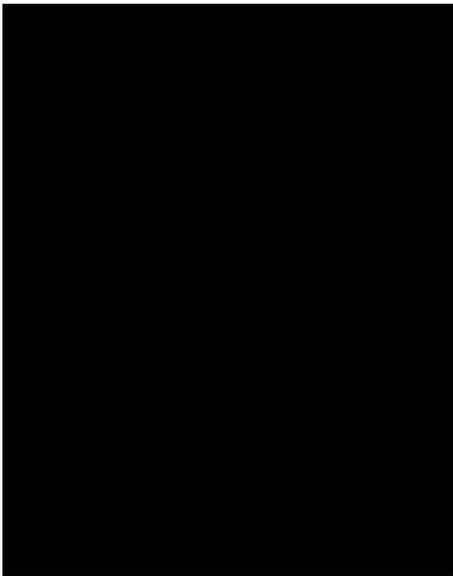
$$\begin{cases} N_1' = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1}\right) - b N_1 N_2 \\ N_2' = r_2 N_2 - b N_1 N_2 \end{cases}$$

где $N_1, N_2 \geq 0$.

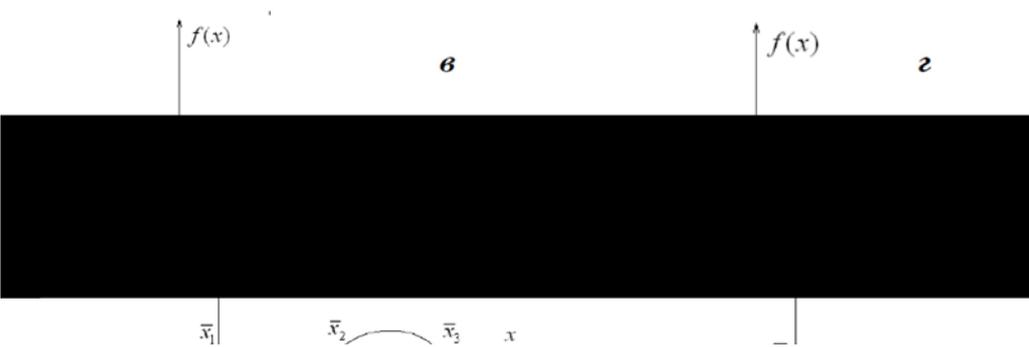
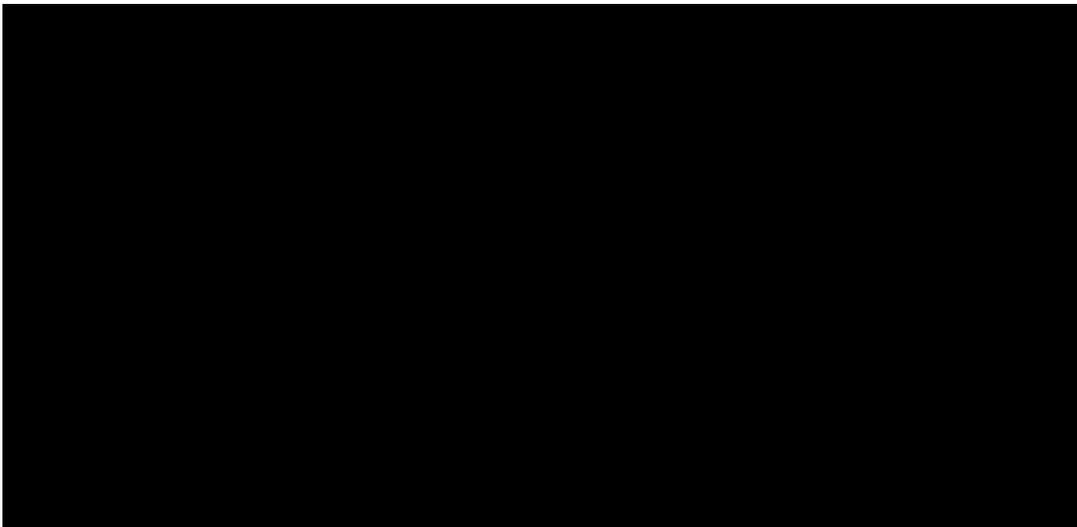
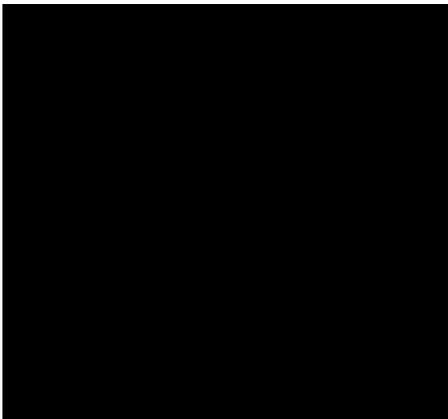
Нарисовать фазовый портрет и дать биологическую интерпретацию.

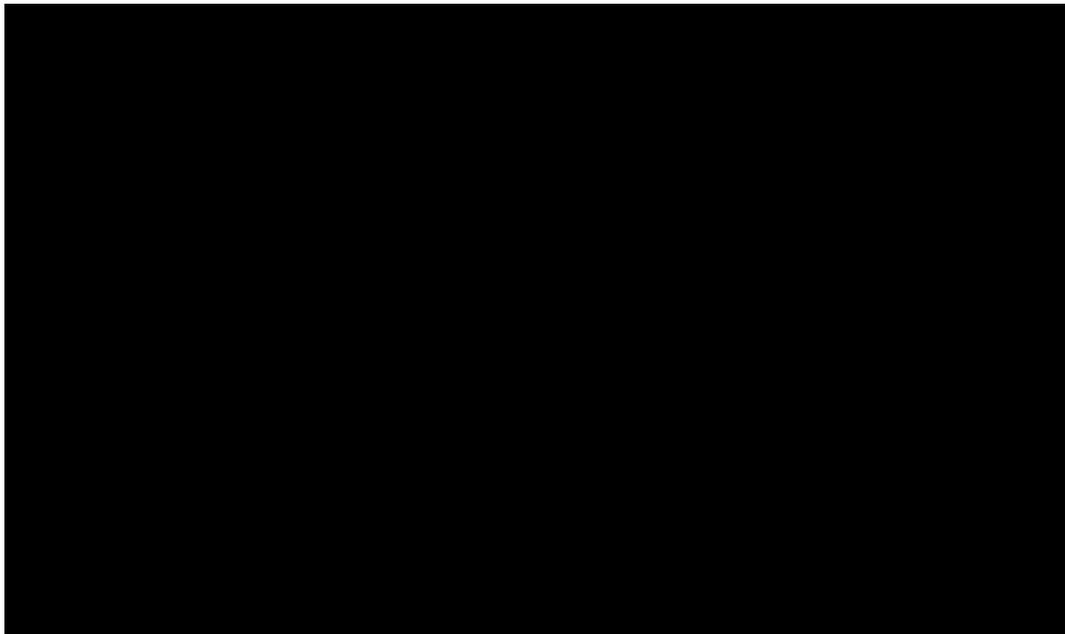
Задачи для самостоятельной работы студентов

- 1.1 Найдите стационарные состояния уравнений:



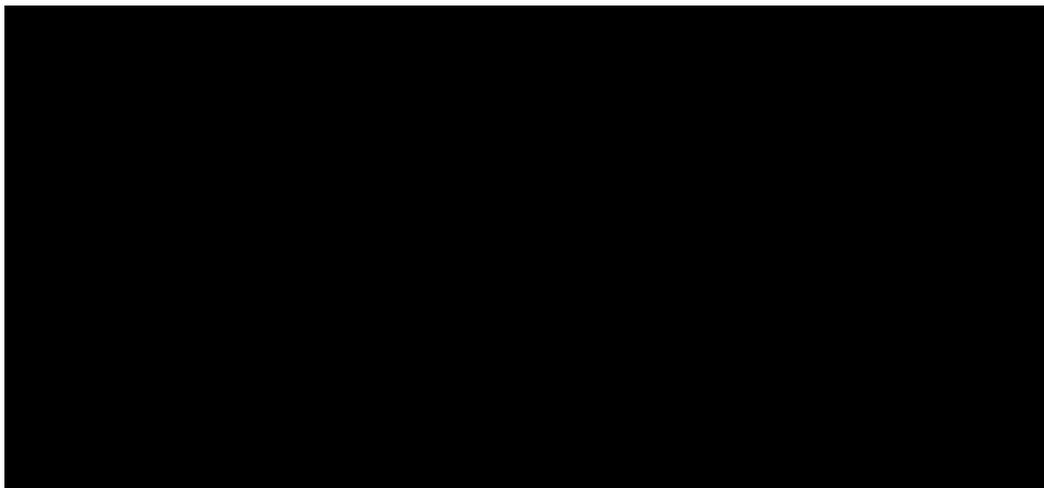
1.2. Разложите функцию $f(x)$ в ряд Тейлора в окрестности точки 0 x до 4 порядка:





ационарные состояния
 остойчивости с помощью

1.4. Пусть $\frac{dx}{dt} = f(x)$. Найти с
 уравнения и определить их тип ус
 графика функции $f(x)$:

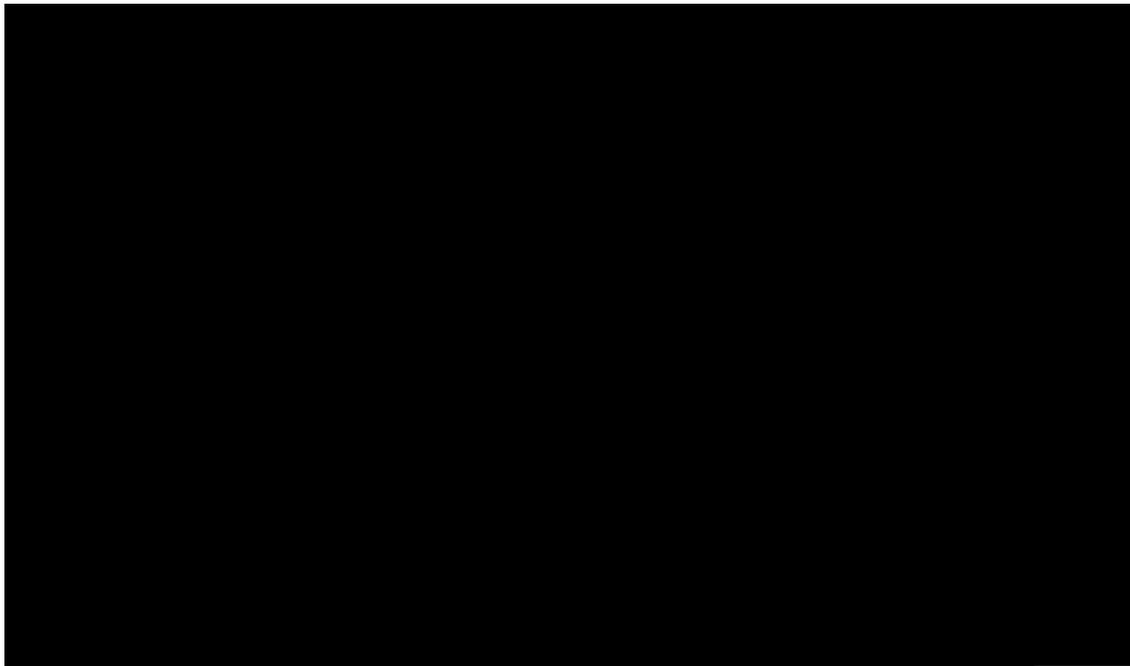


2.3. Рост популяции описывается уравнением, учиты-
 вающим нижнюю границу численности и внутривидовую

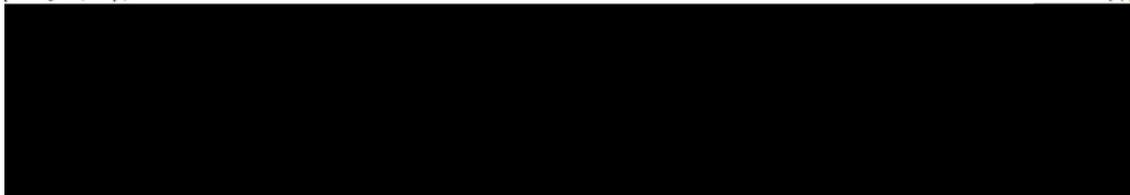


Определите величины
 сти, если известно, что

конкуренцию: $\frac{dx}{dt} = \frac{x}{1+x} - dx - px^2$.
 верхней и нижней границы численно



3.1. С помощью диаграммы Ламерея построить график динамики численности популяции, если зависимость $r = f(N_t)$ имеет вид:

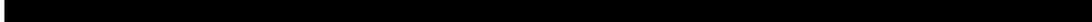


6.1. Модель отбора (выбора одного из равноправных), учитывающая ограниченность в питательных ресурсах и быстрое их поглощение по сравнению с процессами репродукции, в безразмерных величинах имеет вид:

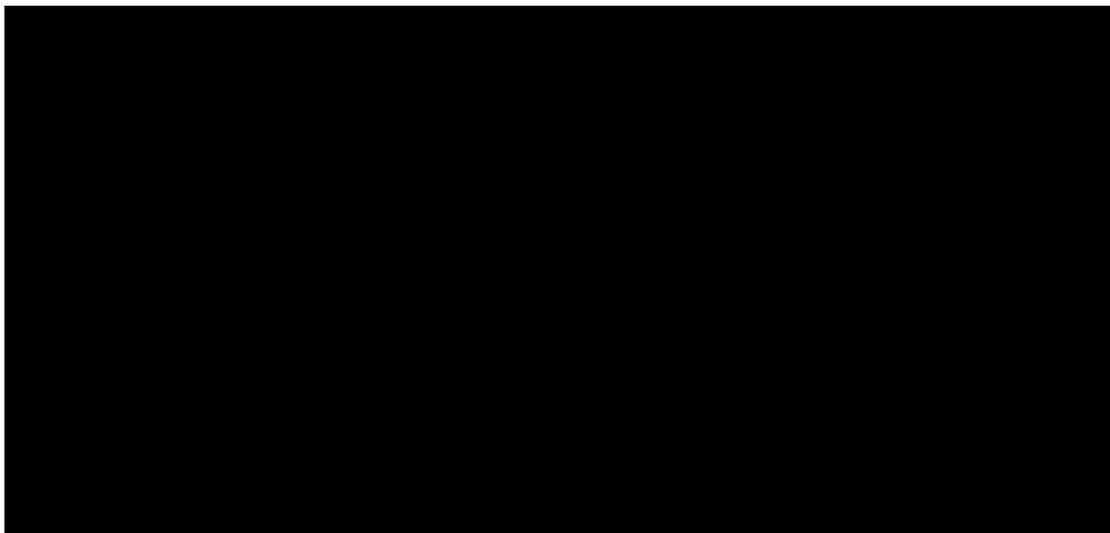
$$\text{а) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x \cdot \left(\frac{7.5}{x+y} - (1+y) \right), \\ \frac{dy}{dt} = y \cdot \left(\frac{7.5}{x+y} - (1+x) \right). \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x \cdot \left(\frac{4}{x+y} - (1+y) \right), \\ \frac{dy}{dt} = y \cdot \left(\frac{4}{x+y} - (1+x) \right). \end{cases}$$



Найдите тип каждого, из найденных стационарных состояний. Постройте фазовый портрет системы: а) постройте главные изоклины системы (обязательно укажите



6.2. Взаимоотношения типа хищник-жертва или паразит-хозяин могут быть описаны системой уравнений:



Задания для построения моделей:

1. Экспоненциальный рост популяции (решение уравнения, график временной зависимости для численности)
2. Логистический рост (решение уравнения, график временной зависимости для численности, анализ устойчивости стационарных состояний)
3. Модель популяции с наименьшей критической численностью (график временной зависимости для численности, анализ устойчивости стационарных состояний)
4. Дискретное логистическое уравнение. Лестница Ламерея (построение временной зависимости для численности по графику зависимости, анализ устойчивости положения равновесия)
5. Система линейных химических реакций (определение стационарных состояний, построение главных изоклин, фазового портрета и кинетических кривых)
6. Модель Лотки (модель химической реакции) (определение стационарных состояний, построение главных изоклин, фазового портрета и кинетических кривых)
7. Классическая модель Вольтерра «хищник-жертва» (определение стационарных состояний, построение главных изоклин, фазового портрета и кинетических кривых)
8. Модель отбора одного из равноправных (общая модель для двух видов и модель, учитывающая ограниченность в питательных ресурсах и быстрое их поглощение по сравнению с процессами репродукции) (определение стационарных состояний, построение главных изоклин, фазового портрета и кинетических кривых)
9. Модель конкуренции (с учетом внутривидовой конкуренции) (определение стационарных состояний, построение главных изоклин, фазового портрета и кинетических кривых)
10. Модель «хищник-жертва» (с учетом внутривидовой конкуренции) (определение стационарных состояний, построение главных изоклин, фазового портрета и кинетических кривых)
11. Модель биохимической регуляции белкового синтеза (генетический триггер Жакоба и Моно) (для $m = 0$ определение стационарных состояний, построение главных изоклин, фазового портрета и кинетических кривых)
12. Брюсселятор (определение стационарных состояний, определение типа устойчивости стационарных состояний в зависимости от значений параметров системы, вид фазового портрета в зависимости от значений параметров системы)
13. Модель гликолиза (упрощенная схема) (определение стационарных состояний, определение типа устойчивости стационарных состояний в зависимости от значений параметров системы, вид фазового портрета в зависимости от значений параметров системы)

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 20 баллов,
- коллоквиум - 30 баллов,
- выполнение аудиторных контрольных работ - 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос (экзамен) - 100 баллов,

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература

1. Тихонов, Александр Николаевич. Дифференциальные уравнения : [учеб. для физ. специальностей и специальности "Прикладная математика"] / Тихонов, Александр Николаевич ; А.Б.Васильева, А.Г.Свешников; под ред. А.Н.Тихонова и др.; [Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова]. - 4-е изд., стер. - М. :Физматлит, 2005, 2002. - 253 с. : ил. ; 22 см. - (Курс высшей математики и математической физики. вып.6) (Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 249-250. - Предм. указ.: с. 251-253. - ISBN 5-9221-0134-X : 126-28.
2. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению / В. К. Романко ; под ред. В.К.Романко. - М. : Лаб. Баз. Знаний: ЮНИМЕДИАСТАЙЛ: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 255,[1] с. - (Технический университет). - ISBN 5-93208-120-1 : 127-00.
3. Филиппов, Алексей Фёдорович . Введение в теорию дифференциальных уравнений : [учеб. для вузов по группе физ.-мат. направлений и специальностей] / Филиппов, Алексей Фёдорович . - М. :Едиториал УРСС, 2004. - 238,[1] с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 234-236. - Предм. указ.: с. 237-239. - Допущено МО РФ. - ISBN 5-354-00416-0 : 120-70.
4. Дифференциальные уравнения : учебник / . - 4-е изд. - Москва :Физматлит, 2002. - 252 с. - (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 6). - ISBN 978-5-9221-0277-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=145012 (17.10.2018).

б) дополнительная литература

Егоров, Александр Иванович. Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями / Егоров, Александр Иванович. - М. :Физматлит, 2005. - 384 с. : ил. ; 24 см. - Библиогр.: с.375-376.- Предм. указ.: с.377-380. - ISBN 5-9221-0385-7 : 350-00.

<p>Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения : учебник / Л. Э. Эльсгольц. - 6-е изд. - М. :КомКнига, 2006. - 309 с. - (Классический учебник МГУ). - Допущено МО. - ISBN 5-484-00409-8 : 134-86.</p>
<p>Матвеев, Павел Николаевич. Лекции по аналитической теории дифференциальных уравнений : учеб. пособие / Матвеев, Павел Николаевич. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. - 330,[6] с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0571-8 : 278-52.</p>
<p>4. Треногин, В.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник / В.А. Треногин. - Москва :Физматлит, 2009. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-1063-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82614 (17.10.2018).</p>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://elibrary.ru> – eLIBRARY – Научная электронная библиотека
2. http://window.edu.ru/window/catalog?p_rubr=2.2.74.12 – Единое окно доступа к электронным ресурсам
3. <http://springerlink.com/mathematics-and-statistics/> - платформа ресурсов издательства Springer
4. <http://edu.dgu.ru/> - Образовательный сервер ДГУ
5. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>(датаобращения:).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная программа по данной дисциплине распределена по темам и по часам на лекции и практические занятия; предусмотрена также самостоятельная учебная работа студентов. По каждой теме преподаватель указывает студентам необходимую литературу (учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений), а также соответствующие темам параграфы и номера упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов складывается из работы над лекциями, с учебниками, решения рекомендуемых задач, подготовки к защите лабораторных работ, а также из подготовки к контрольным работам, коллоквиумам и сдаче зачетов и экзаменов.

При работе с лекциями и учебниками особое внимание следует уделить изучению основных понятий и определений по данному разделу, а также особенностям примененных методов и технологий доказательства теорем. Решение достаточного количества задач по данной теме поможет творческому овладению методами доказательства математических утверждений.

После изучения каждой темы рекомендуется самостоятельно воспроизвести основные определения, формулировки и доказательства теорем. Для самопроверки рекомендуется также использовать контрольные вопросы, приводимые в учебниках после каждой темы.

Основная цель практических занятий – подготовка студентов к самостоятельной работе над теоретическим материалом и к решению задач и упражнений.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении

образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по математическому анализу рекомендуются компьютерные технологии, основанные на операционных системах Windows, Ubuntu, Linux, прикладные программы Mathcad, Matlab, Mathematica, а также сайты образовательных учреждений и журналов, информационно-справочные системы, электронные учебники.

При проведении занятий рекомендуется использовать компьютеры, мультимедийные проекторы, интерактивные экраны.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Университет обладает достаточной базой аудиторий для проведения всех видов занятий, предусмотренных образовательной программой дисциплины математический анализ. Кроме того, на факультете 2 компьютерных класса и 2 учебных класса, оснащенных компьютерами с соответствующим программным обеспечением и мультимедиа-проекторами.