

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 17 » 04

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«КАЧЕСТВЕННАЯ ТЕОРИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Профиль подготовки

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения - очная

Семестр	Трудоём- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	6/216	36	36	-	99	КР; экз. (45 ч.)
Итого	6/216	36	36	-	99	КР; экз. (45 ч.)

Владимир, 2015

1. Цели освоения дисциплины

Изучение дисциплины «Качественная теория динамических систем» имеет своей целью:

- знакомство с фундаментальными понятиями и положениями дисциплины,
- формирование математического мышления при исследовании процессов различной природы и анализе их моделей;
- знакомство с методами исследования инвариантных характеристик динамических систем аналитическими методами исследования геометрических объектов,
- формирование представлений о возможностях применения качественных методов теории динамических систем к исследованию объектов профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Качественная теория динамических систем» является обязательной дисциплиной вариативной части подготовки бакалавра по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Ее изучение позволит обучающимся

— применять математические методы и инструментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности;

— уметь строить математические модели объектов профессиональной деятельности, проводить их анализ, выделять и вычислять их ключевые характеристики.

Для освоения данной дисциплины обучающимся необходимо иметь теоретические знания и практические навыки по дисциплинам «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Физика», «Алгоритмы и алгоритмические языки», иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией и её обработки.

Основные понятия дисциплины используются при изучении дисциплин, связанных с математическим моделированием и качественным анализом динамических процессов, таких как математическое моделирование, уравнения математической физики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать:

Способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1).

Способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям (ОПК-3)

Способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2).

знать основные понятия и методы данной области математики и иметь представление о сфере применения их при анализе объектов профессиональной деятельности;

уметь свободно оперировать основными понятиями дисциплины, формулировать задачи анализа динамических процессов различной природы, давать интерпретацию полученных при анализе характеристик объектов профессиональной деятельности;

владеть основными методами локального и глобального анализа динамических процессов и уметь применять его на практике.

4. Структура и содержание дисциплины «Качественная теория динамических систем»
 Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	КП / КР		
1	Индекс кривой и особой точки	5	1-2	4	4	-	10	+	4(50%)	
2	Нормальные формы	5	2-4	4	4	-	10	+	4(50%)	
3	Многообразия	5	5-6	4	4	-	10	+	4(50%)	РК1
4	Тонкие топологии	5	7	2	2	-	10	+	4(50%)	
5	Теоремы трансверсальности	5	8-9	4	4	-	10	+	4(50%)	
6	Особенности. Понятие классификации.	5	10-11	4	4	-	10	+	4(50%)	
7	Структурная устойчивость векторных полей и отображений	5	12-14	6	6	-	10	+	6(50%)	РК2
8	Семейства функций (векторных полей). Версальные деформации.	5	15	2	2	-	10	+	2(50%)	
9	Простейшие бифуркации. Мягкая и жесткая потеря устойчивости.	5	16	2	2	-	10	+	2(50%)	
10	Хаотическая динамика. Теорема Такенса	5	17-18	4	4	-	9	+	4(50%)	РК3
Всего:		5	18	36	36	-	99	КР	36(50%)	КР, экзамен (45)

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Понятие индекса. Индекс замкнутой кривой в векторном поле, его непрерывность. Индекс изолированной особой точки, теорема об индексе и следствия из неё: теорема о причисывании «ежа», основная теорема алгебры и другие. Примеры.

Раздел 2. Нормальные формы. Понятие ростка объекта, эквивалентности ростков, нормальной формы. Нормальные формы ростков векторных полей и отображений. Теорема сведения Шошитайшвилли. Примеры.

Раздел 3. Введение в теорию особенностей. Понятие карты, атласа, дифференциальной структуры, многообразия. Тонкие топологии. Понятие типичности как инструмента исследования, особенности, классификации. Понятие структурной устойчивости динамических систем и отображений. Примеры.

Раздел 4. Семейства и бифуркации. Понятие семейства, эквивалентности семейств и бифуркации. Бифуркация Андронова-Хопфа, мягкая и жесткая потери устойчивости. Примеры.

Раздел 5. Хаотическая динамика. Понятие хаотической динамики. Аттрактор и размерность его вложения. Теорема Такенса и реконструкция динамической системы. Примеры применения динамического хаоса.

5. Образовательные технологии

1. Лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные и практические занятия);
2. Обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ, в том числе в рамках самостоятельной работы);
3. Применение мультимедиа технологий (проведение лекционных и практических занятий с применением компьютерных презентаций);
4. Технология развития критического мышления (критическая оценка изучаемых моделей, понятий, получаемых решений и их интерпретации);
5. Информационно-коммуникационные технологии. Объем учебной работы, с применением интерактивных методов 36 часов — 50%.

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

В рамках документа «Положение о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов» разработан регламент проведения и оценивания контрольных действий. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учёт успешности выполнения ряда мероприятий: текущий контроль (контрольных работ, рейтинг – контролей, лабораторных работ); самостоятельной работы (типовых расчетов, курсовых работ и др.) и промежуточной аттестации (зачёта, зачета с оценкой или экзамена).

Публикуемые компоненты ФОС:

1. Полный список теоретических вопросов промежуточной аттестации (несменяемая часть).
2. Типовые формы текущего контроля.
3. Типовые формы самостоятельной работы (ТР).

Для генерирования сменяемой части оценочных средств (задач), используются материалы библиотеки ВлГУ и указанных там же специальных сайтов.

Текущий контроль в форме рейтинг – контроля

Рейтинг-контроль 1. «Инварианты векторных полей» Типовая контрольная работа к рейтинг-контролю №1

1. Индекс кривой в векторном поле. Примеры.
2. Найти особые точки векторного поля $\$(x^2+2y^2-9, y-2x^2)\$$ на плоскости и определить их тип.
3. Вблизи своей неподвижной точки - начала координат - гладкое отображение имеет вид $\$(x,y) \mapsto (2x+2003xy+o(x^2+y^2), x+16y+y^2+x^2+o(x^2+y^2))\$.$ Какова формальная нормальная форма отображения вблизи этой точки?
4. Вблизи нуля гладкое векторное поле имеет вид $\$(2x+2009xy+o(x^2+y^2), x-2008y+y^2+x^2+o(x^2+y^2))\$.$ Какова формальная нормальная форма этого поля вблизи этой точки?

Рейтинг-контроль 2. «Типичность и трансверсальность»

Типовая контрольная работа к рейтинг-контролю №2

1. Понятие k -струи. Пространство k -струй.
2. Вычислить 2-струю отображения $(x,y) \mapsto (\arctg(2x-y), e^{x+2y}-1)$ в нуле.
3. Трансверсальны ли отображения вещественной прямой на плоскость $t \mapsto (x=t^3, y=t^2)$ и $t \mapsto (x=t^2, y=t)$?
4. Может ли пересечение образов двух трансверсальных отображений быть отрезком?

Рейтинг-контроль 3. «Версальность и бифуркации» Типовая контрольная работа к рейтинг-контролю №3

1. Понятие бифуркации. Примеры бифуркаций.
2. Для семейства векторных полей на плоскости $(x^2 + \epsilon x + \epsilon, y)$ укажите возможные бифуркационные значения параметра ϵ .
3. Для отображения вещественных прямых $x \mapsto x^3$ предложите миниверсальную деформацию и обоснуйте её.
4. Автономное гладкое векторное поле на плоскости имеет лишь гиперболические особые точки. Может ли его цикл или цикл достаточно C^1 -близкого векторного поля охватывать ровно две особые точки?

Промежуточная аттестация в форме экзамена

Вопросы к экзамену:

1. Действие диффеоморфизма на векторное поле. Теорема о выпрямлении поля вблизи неособой точки.
2. Резонансы и резонансные мономы. Формальные нормальные формы векторных полей.
3. Резонансы и резонансные мономы. Формальные нормальные формы диффеоморфизмов.
4. Индекс кривой в векторном поле. Индекс изолированной особой точки. Сохранение индекса при непрерывных деформациях.
5. Теорема об индексе. Следствия из теоремы об индексе.
6. Уравнения с периодической правой частью. Отображение за период. Периодические решения и их устойчивость.
7. Отображение Пуанкаре и устойчивость циклов автономных векторных полей.
8. Многообразия. Понятие карты, атласа, согласованности карт и атласов. Дифференциальной структуры. Примеры многообразий.
9. Расслоения. Касательное расслоение. Риманова метрика.
10. Обыкновенное дифференциальное уравнение на многообразии.
11. Ростки и струи. Расслоения струй. Теорема об эквивалентности струй отрезкам рядов Тейлора.
12. Слабые и сильные (тонкие) топологии. Типичность.
13. Понятие трансверсальности. Теоремы трансверсальности. и следствия из них.
14. Следствия из теорем трансверсальности. Типичность невырожденных и гиперболических особых точек векторных полей.
15. Локальная алгебра отображения. Подготовительная теорема и следствия из нее.
16. Понятие особенности. Классификация простых особенностей функций.
17. Структурная устойчивость векторных полей. Структурно устойчивые поля на двумерной сфере.
18. Теорема Пуанкаре-Бендиксона.
19. Структурная устойчивость отображений. Примеры.

20. Семейства векторных полей (отображений). Эквивалентность семейств. Версальные деформации.
22. Простейшие бифуркации. Мягкая и жесткая потеря устойчивости.
23. Понятие странного аттрактора и его размерности. Теорема Такенса. Пространство вложения динамической системы.

Самостоятельная работа

Вопросы к самостоятельной работе студента:

1. Разобрать действие диффеоморфизма на векторное поле. Построить примеры такого действия и примеры выпрямления поля.
2. Изучить понятие резонанса для особой точки векторного поля. Построить примеры резонансного и нерезонансного случаев. Предложить соответствующие формальные нормальные формы полей вблизи особых точек.
3. Изучить понятие резонанса для неподвижной точки отображения. Построить примеры резонансного и нерезонансного случаев. Предложить соответствующие формальные нормальные формы отображения вблизи особых точек.
4. Разобрать понятие индекса кривой в векторном поле. Построить примеры.
5. Разобрать теорему об индексе и следствия из неё. Предложить примеры использования.
6. Построить примеры уравнений с периодической правой частью, отображения за период для него. Разобрать понятие периодического решения и его устойчивости.
7. Построить примеры отображение Пуанкаре для циклов автономных векторных полей. Разобрать понятие устойчивости цикла.
8. Изучить понятия карты, атласа, согласованности карт и атласов, дифференциальной структуры, многообразия. Привести примеры многообразий с атласом из одной карты, двух, n карт.
9. Разобрать понятие расслоения, касательного расслоение, римановой метрики. Построить примеры.
10. Разобрать понятие обыкновенного дифференциального уравнение на многообразии, его решении, задачи Коши.
11. Изучить понятие ростков и струй. Расслоения струй. Теорема об эквивалентности струй отрезкам рядов Тейлора.
12. Разобрать понятие топологии и типичности. Построить примеры.
13. Изучить понятие трансверсальности, разобрать теорему трансверсальности и следствия из них. Построить примеры.
14. Изучить понятие локальной алгебры отображения, разобрать подготовительную теорему и следствия из нее. Построить примеры.
16. Изучить понятие особенности. Привести примеры.
17. Разобрать понятие структурной устойчивости векторных полей. Привести примеры структурно устойчивых полей и не являющихся таковыми.
20. Изучить понятие семейства объектов, эквивалентности семейств, версальных и миниверсальных деформаций. Построить примеры.
22. Разобрать понятие бифуркации. Построить примеры.
23. Изучить понятие странного аттрактора и его размерности. Привести примеры эффективного применения понятия размерности. Разобрать теорему Такенса.

Самостоятельная работа в форме курсовой работы

Типовая задача по курсовой работе:

Изучить модель Холлинга-Теннера (см., например, Д.Эрроусмит, К.Плейс, Обыкновенные дифференциальные уравнения, Качественная теория с приложениями, стр. 146-150), выбрать четыре численных параметра модели, при которых наблюдается

устойчивый предельный цикл. Затем зафиксировать два из них, а двум другим придать не менее трёх значений вблизи выбранных. При всех наборах параметров вычислить тип ненулевой особой точки векторного поля системы и найти её собственные числа, найти предельный цикл, его диаметр, период и отображение Пуанкаре. Предложить модели для аппроксимации функций диаметра, периода и отображения Пуанкаре как функций свободных параметров. Дать интерпретацию вычисленных показателей.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии [Электронный ресурс] / Кузовлев В.П., Подаева Н.Г. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113601.html>

2. Геометрическое моделирование окружающего мира [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Уткин. - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2014. - 219с. - ISBN 978-5-9765-1956-5. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976519565.html>

3. Основы геометрической теории нелинейных управляемых систем [Электронный ресурс] / Елкин В.И - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115452.html>

Дополнительная литература

1. Особенности дифференцируемых отображений. [Электронный ресурс] / Арнольд В.И., Варченко А.Н., Гусейн-Заде С.М. - 3-е изд., стереотип. - М.: МЦНМО, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940574569.html>

2. Основы алгебраической геометрии [Электронный ресурс] / Шафаревич И.Р. - 3-е изд., доп. - М.: МЦНМО, 2007. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940570851.html>

3. Основы дифференциальной геометрии в интересных задачах [Электронный ресурс] / Скопенков А.Б. - 2-е изд., испр. - М.: МЦНМО, 2010. -- 72 с. - ISBN 978-5-94057-630-3. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940576303.html>

4. Алгоритмическая топология и классификация трехмерных многообразий. [Электронный ресурс] / Матвеев С.В. - М.: МЦНМО, 2007.-456 с. ISBN 978-5-94057-209-1. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940572091.html>

5. Динамические системы и модели в биологии [Электронный ресурс] / Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1192-8 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111928.html>

Периодические издания

1. Автоматика и телемеханика, Журнал РАН (корпус 3, ауд. 414)


2. Успехи математических наук, Журнал РАН (корпус 3, ауд. 414)


8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории, оснащены доской (для мела или маркера) мультимедийным проектор с экраном.


Аудитории для проведения лабораторных занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

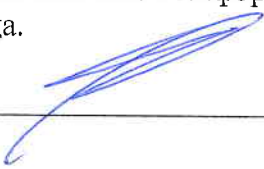
Автор: проф. каф. ФАиП А.А. Давыдов 

Рецензент: директор по маркетингу ЗАО Инвестиционная фирма «ПРОК -Инвест» Крисько О.В. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФАиП протокол № 4/2 от 17.04.15 года.

Заведующий кафедрой – проф. Давыдов А.А. 


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», протокол № 119 от 17.04.15 года.

Председатель комиссии 

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 17-18 учебный год

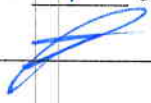
Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.18 года

Заведующий кафедрой 

С.М. Архипенко

Рабочая программа одобрена на 2018-2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой 

С.М. Архипенко

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____