

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор Кабуров Т.А.

подпись

«29» мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.32.01 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

Специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Направленность (профиль) Фундаментальная математика и ее приложения,
Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения Очная

Квалификация Математик. Механик. Преподаватель

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы дифференциальных уравнений» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 01.05.01 «Фундаментальная математика и механика».

Программу составили:

В.Ю. Барсукова, канд. физ.-мат. наук, доцент _____

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы дифференциальных уравнений» утверждена на заседании кафедры (разработчика) функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 10 апреля 2020 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Барсукова В.Ю. _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) функционального анализа и алгебры протокол № № 9 от 10 апреля 2020 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Барсукова В.Ю. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук «30» апреля 2020 г., протокол № 2 .

Председатель УМК факультета Шмалько С.П. _____

Эксперты:

Чубырь Н.О., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики КубГТУ

Засядко О.В., кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных образовательных технологий КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дополнительные главы дифференциальных уравнений» являются формирование математической культуры студентов, формирование и способностей к алгоритмическому и логическому мышлению, овладение современным аппаратом дифференциальных уравнений для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания. Знакомство студентов с методами и приемами качественного исследования решений систем дифференциальных уравнений.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучение студентами основных понятий теории периодических функций,
2. Изучение структуры множества периодов периодических функций и их свойств.
3. Изучение вопросов существования периодических решений линейных, квазилинейных и нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка
4. Изучение условий периодичности решений систем дифференциальных уравнений.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дополнительные главы дифференциальных уравнений» включена в Блок 1. Дисциплины (модули) и является обязательной дисциплиной.

Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками по программе дисциплин «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения». Дисциплина изучается в 5 семестре.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс освоения данной дисциплины направлен на получение необходимого объёма теоретических знаний, отвечающих требованиям ФГОС ВО и необходимых для дальнейшего успешного изучения всех дисциплин высшей математики.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций (ОПК/ПК): ОПК-1, ПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	свойства решений линейных дифференциальных уравнений первого порядка с периодическими коэффициентами, строение множе-	применять рассматриваемые методы при доказательстве различных теорем и решений относящихся к этому кругу проблем	навыками исследования периодичности функции и решений дифференциальных уравнений, устойчивости систем с пери-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			ства решений однородной линейной системы с периодической матрицей, интегральное представление решений соответствующих неоднородных уравнений		одической матрицей; навыками применения полученных знаний в других областях.
2	ПК-1	Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики	свойства решений линейных дифференциальных уравнений первого порядка с периодическими коэффициентами, строение множества решений однородной линейной системы с периодической матрицей, интегральное представление решений соответствующих неоднородных уравнений	применять рассматриваемые методы при доказательстве различных теорем и решений относящихся к этому кругу проблем	навыками исследования периодичности функции и решений дифференциальных уравнений, устойчивости систем с периодической матрицей; навыками применения полученных знаний в других областях.

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа, из них – 72,3 часа контактной работы, в то числе лекционных 34 ч., практических 34 ч., 0,3 часа ИКР, 4 ч. КСР; 45 часов самостоятельной работы; 26,7 ч. отводится на подготовку к экзамену).

Их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		5
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	68	68

Занятия лекционного типа	34	34
Лабораторные занятия	34	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		
Проработка учебного (теоретического) материала	15	15
Выполнение домашних заданий (решение задач)	20	20
Подготовка к текущему контролю	10	10
Контроль:		
Подготовка к экзамену	26,7	26,7
Общая трудоемкость	144	144
	72,5	72,5
	4	4

.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в **пятом** семестре:

№ раз дела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Л	ЛБ	
1	2	3	4	5	6
1	Периодические функции	18	6	4	8
2	Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	22	6	6	10
3	Квазилинейные дифференциальные уравнения	22	4	8	10
4	Системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей	21	6	8	7
5	Нелинейные дифференциальные уравнения	30	12	8	10
Итого:			34	34	45

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ п/ п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
--------------	-------------------------	--------------------	----------------------------

1	2	3	4
1	Периодические функции	Периодические функции: определения, основные свойства. Теорема о существовании наименьшего положительного периода. Структура множества периодов периодических функций. Периодичность суммы, произведения периодических функций. Производная и интеграл периодической функции.	Проверка домашнего задания, устный опрос
2	Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: существование ограниченных решений. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: периодичность, устойчивость решений.	Проверка домашнего задания, контрольная работа
3	Квазилинейные дифференциальные уравнения	Квазилинейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: существование ограниченных и периодических решений.	Проверка домашнего задания
4	Системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей	Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей (теория Флоке) (Фундаментальная матрица и ее свойства, мультипликаторы, структура ФСР). Неоднородные периодические системы. Устойчивость. Методы нахождения периодических решений (ряды Фурье, метод малого параметра)	Проверка домашнего задания, самостоятельная работа
5	Нелинейные дифференциальные уравнения	Нелинейные дифференциальные уравнения с периодической по t и монотонной по x правой частью: существование ограниченных и периодических решений, устойчивость ограниченных и периодических решений.	Проверка домашнего задания, самостоятельная работа

2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№ п/п	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Периодические функции	Периодические функции: определения, основные свойства. периодических функций. Производная и интеграл периодической функции.	Проверка домашнего задания, устный опрос
2	Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: существование ограниченных решений. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: периодичность, устойчивость решений.	Проверка домашнего задания, контрольная работа
3	Квазилинейные дифференциаль-	Квазилинейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами:	Проверка домашнего зада-

№ п/п	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
	ные уравнения	существование ограниченных и периодических решений.	ния
4	Системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей	Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей (теория Флоке) (Фундаментальная матрица и ее свойства, мультипликаторы, структура ФСР). Неоднородные периодические системы. Устойчивость.	Проверка домашнего задания, самостоятельная работа
5	Нелинейные дифференциальные уравнения	Нелинейные дифференциальные уравнения с периодической по t и монотонной по x правой частью: существование ограниченных и периодических решений, устойчивость ограниченных и периодических решений.	Проверка домашнего задания, самостоятельная работа

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 10.04.2020 г
2	Выполнение домашних заданий (решение задач)	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 10.04.2020 г
3	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 10.04.2020
4	Промежуточная аттестация (экзамен)	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 10.04.2020.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии

При изучении данного курса используются традиционные лекции и лабораторные занятия.

Цель лабораторных занятий – научить студента применять полученные на лекциях теоретические знания к решению и исследованию конкретных задач. В каждом семестре проводятся контрольные работы для проверки усвоения материала студентами.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций.

Оценочными средствами дисциплины являются средства текущего контроля (коллоквиумы, устные опросы.), а также на лабораторных занятиях – контрольные работы, проверка домашних заданий) и промежуточная аттестация (зачет, экзамен). Устный опрос по теоретическому материалу проводится на лабораторных занятиях.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Вопросы к устному опросу (по теме «Периодические функции»)

1. Периодические функции: определение
2. Множество периодов, группа.
3. Теорема о существовании наименьшего положительного периода
4. Структура множества периодов периодических функций.
5. Периодичность суммы, произведения периодических функций.
6. Непрерывные периодические функции
7. Производная периодической функции
8. Среднее значение. Структура интеграла от периодической функции.

Типовые задачи, выносимые на экзамен

- 1 Является ли функция периодической? Провести доказательство.
а) $y=\sin(\operatorname{tg} x+\operatorname{ctg} x)$; б) $y=x + \cos 2x$
2. Показать, что $f(x)=\{x\}+\sin \pi x$ является периодической и найти ее наименьший положительный период.
3. Имеет ли уравнение ограниченное на R решение? Найти его, если оно существует $x' =\cos t-2x$.
4. Имеет ли уравнение $x'=(\cos ^2 t-0,5)x+f(t)$ при $f(t)=\sin 4t$ периодические решения? Сколько их? Привести пример функции $f(t)$, для которой периодических решений нет.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Примерных перечень вопросов к экзамену.

1. Периодические функции: определения, основные свойства.
2. Теорема о существовании наименьшего положительного периода.
3. Структура множества периодов периодических функций.
4. Периодичность суммы, произведения периодических функций.
5. Производная и интеграл периодической функции.
6. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: существование ограниченных решений.
7. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: периодичность, устойчивость решений.
8. Квазилинейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: существование ограниченных решений.
9. Квазилинейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами: существование периодических решений.
10. Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей (теория Флоке) Фундаментальная матрица и ее свойства.
11. Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей: мультипликаторы
12. Однородные системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей: структура ФСР.
13. Неоднородные периодические системы.
14. Устойчивость систем линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей.
15. Нелинейные дифференциальные уравнения с периодической по t и монотонной по x правой частью: существование ограниченных решений
16. Нелинейные дифференциальные уравнения с периодической по t и монотонной по x правой частью: существование периодических решений
17. Нелинейные дифференциальные уравнения: устойчивость ограниченных и периодических решений.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Критерии оценивания по промежуточной аттестации

Оценивание ответа на экзамене, осуществляется по следующим критериям.

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач;

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, показавшему разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в некотором объеме, необходимом для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Барсукова В.Ю., Пуляев В.Ф., Савчиц Е.Ю. Ограниченные и периодические решения дифференциальных уравнений. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2017.
2. Егоров А.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями. М., Физматлит. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59460 .
3. Бибиков Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений, Лань, 2011 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1542.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Библиоклуб».

5.2 Дополнительная литература:

1. Тихонов А. Н., Васильева А. Б., Свешников А. Г. Дифференциальные уравнения. М., 2005. <https://e.lanbook.com/book/48171>
2. Эльсгольц Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление, М.:2006.
3. Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости. СПб. «Лань», 2008. www.e.lanbook.com/view/book/123

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

1. Естественно-научный портал - <http://en.edu.ru/>
2. Краткий справочник по математике - <http://matembook.chat.ru/>
3. Математический портал - <http://www.allmath.com/>
4. Образовательный математический сайт. - <http://www.exponenta.ru/>
5. Сайт с учебными материалами по математическим дисциплинам <http://www.math.ru/>

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных занятий, в ходе которых студентами приобретаются и закрепляются основные практически навыки решения различных задач, в том числе с применением полученных теоретических знаний.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса подготовки. Под самостоятельной работой понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирования умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. СРС помогает формировать культуру мышления студентов, расширять познавательную деятельность.

Виды самостоятельной работы по курсу:

а) по целям: подготовка к лекциям, к практическим занятиям, к контрольной работе, к коллоквиуму.

б) по характеру работы: изучение литературы, конспекта лекций; поиск литературы в библиотеке; конспектирование рекомендуемой для самостоятельного изучения научной литературы; решение задач, тестов; работа с обучающими и контролирующими программами.

Тематическое планирование самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Вид работы
1	2	3	4
1	Периодические функции	Структура множества периодов. Периодическое продолжение	Поиск необходимой информации (см. список литературы). Решение задач.
2	Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	Теоремы существования и единственности периодических решений	Поиск необходимой информации. Изучение лекционного материала. Конспектирование.
3	Квазилинейные дифференциальные уравнения	Существование периодических решений	Повторение лекционного материала и материала учебников. Подготовка к контрольной

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Вид работы
			работе
4	Системы линейных дифференциальных уравнений с периодической матрицей	Мультипликаторы, структура ФСР. Неоднородная система с периодической матрицей.	Поиск необходимой информации. Подготовка к контрольной работе
5	Нелинейные дифференциальные уравнения	Теорема Массера, выделение периодических решений	Изучение лекционного материала и материала учебников.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1. Перечень информационных технологий.

Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
Microsoft Office

8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Специальное помещение, оснащенное доской, маркерами и мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория (кабинет) оснащенная учебной мебелью, доской, маркерами и мелом
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория (кабинет) оснащенная учебной мебелью, доской, маркерами и мелом
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.