

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра фундаментальной математики

Авторы-составители: **Гусаренко Сергей Алексеевич
Скачкова Елена Александровна**

Рабочая программа дисциплины

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Код УМК 59428

Утверждено
Протокол №9
от «22» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Функционально-дифференциальные уравнения

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.01** Математика
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Функционально-дифференциальные уравнения** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.01 Математика (направленность : Программа широкого профиля)

ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области

ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики

ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата

ПК.4 способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

ПК.5 способность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.01 Математика (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	0
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входной контроль

Проверяются остаточные знания из дисциплин Обыкновенные дифференциальные уравнения и Функциональный анализ

Функционально-дифференциальные уравнения.

Основные типы функционально-дифференциальных уравнений

Понятие о функционально-дифференциальном уравнении. Уравнение с запаздывающим о отклоняющимся аргументом. Уравнения с распределенным запаздыванием. Уравнения нейтрального типа.

Главная линейная часть функционально-дифференциального уравнения

Пространство абсолютно непрерывных функций. Основной изоморфизм. Общее линейное функционально-дифференциальное уравнение и его главная часть. Понятие нетерова и фредгольмова оператора и их основные свойства. Уравнения с нетеровой и фредгольмовой главной частью. Фредгольмовость главной части для основных классов функционально-дифференциальных уравнений.

Интегральные операторы и интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра

Норма, спектр и спектральный радиус линейного интегрального оператора в пространствах суммируемых функций. Уравнение Фредгольма и альтернатива Фредгольма. Интегральное уравнение Вольтерра.

Задача Коши

Обратимость главной линейной части. Эволюционное уравнение и понятие вольтеррова оператора. Представление решения уравнения с вольтерровым оператором. Формула Коши. Функция Коши. Метод шагов решения функционально-дифференциального уравнения.

Краевые задачи

Понятие о краевой задаче. Сопряженная краевая задача. Критерий разрешимости фредгольмовой краевой задачи.

Функция Грина

Однозначно разрешимые краевые задачи. Представление решения краевой задачи. Оператор и функция Грина. Формула Грина. Функции Грина для некоторых классов краевых задач.

Контрольное мероприятие №1

Знание методов решений уравнений Фредгольма и Вольтера. Умение находить и оценивать норму, спектр и спектральный радиус интегрального оператора.

Контрольное мероприятие №2

Умение построить главную линейную часть функционально-дифференциального уравнения. Умение доказывать нетеровость и фредгольмовость оператора, находить его индекс и ядро. Умение строить общие решения некоторых классов функционально-дифференциальных уравнений, решать краевые задачи, строить функции Коши и Грина.

Итоговое контрольное мероприятие

Умение определить тип функционально-дифференциального уравнения, представление об общем уравнении, общем решении и общей краевой задаче. Знание альтернативы Фредгольма для краевых задач, знание формул Коши и Грина.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

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

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Гусаренко С. А. Функционально-дифференциальные уравнения. Элементы теории: учебно-методическое пособие / С. А. Гусаренко. - Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3106-3 <https://elis.psu.ru/node/508646>
2. Азбелев Н. В., Култышев С. Ю., Цалюк В. З. Функционально-дифференциальные уравнения и вариационные задачи: [монография] / Н. В. Азбелев, С. Ю. Култышев, В. З. Цалюк. - М.: Регуляр. и хаот. динамика, 2006, ISBN 5-93972-448-5. - 122.

Дополнительная:

1. Геворкян, Э. А. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом : учебное пособие / Э. А. Геворкян. — Москва : Евразийский открытый институт, 2011. — 155 с. — ISBN 978-5-374-00568-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/10662>
2. Плескунов, М. А. Операционное исчисление : учебное пособие для вузов / М. А. Плескунов ; под научной редакцией А. И. Короткого. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 141 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-09142-7 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1161-3 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/441597>
3. Интегральные уравнения : учебное пособие / О. В. Новоселов, Е. И. Яковлев, Р. В. Ульверт [и др.]. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, 2020. — 122 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/107201>
4. Азбелев Н. В., Максимов В. П., Рахматуллина Л. Ф. Методы современной теории линейных функционально-дифференциальных уравнений / НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика". - Ижевск, 2000. - 300.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Функционально-дифференциальные уравнения** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice».

Специализированное программное обеспечение не требуется.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Функционально-дифференциальные уравнения**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области</p>	<p>Знать: фундаментальные понятия отдельных предметных областей Уметь: использовать методы дисциплины при решении теоретических и прикладных задач</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Не умеет исследовать простейшие уравнения, решать задачи Коши и краевые задачи, строить функции Коши и Грина. Не контролирует правильность преобразований.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Имеет некоторое представление об основных понятиях и утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Знает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач, но не всегда может ее последовательно осуществить. Не полностью контролирует правильность преобразований.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Имеет представление об основных понятиях и утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Знает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач и может применить ее. Как правило, контролирует правильность преобразований.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Знает основные понятия и утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Знает и понимает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач. Полностью контролирует правильность преобразований.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики</p>	<p>ЗНАТЬ: основные типы функционально-дифференциальных уравнений, иметь представление о связи теории функционально-дифференциальных уравнений с теорией дифференциальных уравнений, интегральных уравнений и др, условия разрешимости краевых задач и формулы представления решений; УМЕТЬ: исследовать общее линейное функционально-дифференциальное уравнение, строить общие решения и изучать свойства функций Коши и Грина ВЛАДЕТЬ: основными приемами исследования линейных уравнений и методами изучения краевых задач.</p>	<p>Неудовлетворител Не знает основные понятия теории линейных операторов и функционального анализа</p> <p>Удовлетворительн Имеет некоторое представление об основных понятиях теории линейных операторов и функционального анализа.</p> <p>Хорошо Имеет представление об основных понятиях теории линейных операторов и функционального анализа.</p> <p>Отлично Знает основные понятия теории линейных операторов и функционального анализа.</p>
<p>ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p>	<p>ЗНАТЬ: основные утверждения теории функционально-дифференциальных уравнений УМЕТЬ: строго доказать утверждение, сделать выводы</p>	<p>Неудовлетворител Не знает основные утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Не умеет исследовать простейшие уравнения, решать задачи Коши и краевые задачи, строить функции Коши и Грина. Не контролирует правильность преобразований.</p> <p>Удовлетворительн Имеет некоторое представление об утверждениях теории линейных операторов и функционального анализа. Знает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач, но не всегда может ее последовательно осуществить. Не полностью контролирует правильность преобразований.</p> <p>Хорошо</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Имеет представление об утверждениях теории линейных операторов и функционального анализа. Знает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач и может применить ее. Как правило, контролирует правильность преобразований.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает основные утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Знает и понимает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач. Полностью контролирует правильность преобразований.</p>
<p>ПК.4 способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия и утверждения дисциплины. УМЕТЬ: решать задачи в стандартных постановках, давать содержательную интерпретацию результатов вычислений, контролировать правильность вычислений, уметь применять полученные знания для решения некоторых прикладных задач. ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом предмета.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные понятия и утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Не умеет исследовать простейшие уравнения, решать задачи Коши и краевые задачи, строить функции Коши и Грина. Не контролирует правильность преобразований.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеет некоторое представление об основных понятиях и утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Знает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач, но не всегда может ее последовательно осуществить. Не полностью контролирует правильность преобразований.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Имеет представление об основных понятиях и утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Знает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач и может применить ее. Как правило,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p>Хорошо контролирует правильность преобразований.</p> <p>Отлично Знает основные понятия и утверждения теории линейных операторов и функционального анализа. Знает и понимает общую схему исследований простейших уравнения, решений задачи Коши и краевых задач. Полностью контролирует правильность преобразований.</p>
<p>ПК.5 способность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления</p>	<p>ЗНАТЬ: основные понятия о проведении физико-математических и прикладных исследований. УМЕТЬ: выработать рекомендации в терминах предметной области. ВЛАДЕТЬ: основным понятийным аппаратом изучаемого явления</p>	<p>Неудовлетворител Отсутствие умений анализировать результаты исследования</p> <p>Удовлетворительн Фрагментарные умения анализировать результаты исследования</p> <p>Хорошо В целом успешный анализ результатов исследования, но содержащий определенные пробелы</p> <p>Отлично Сформированное умение грамотно формулировать результаты исследования</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 42 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 42 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входной контроль Входное тестирование	Проверяются остаточные знания из дисциплин Обыкновенные дифференциальные уравнения и Функциональный анализ

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области</p> <p>ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики</p> <p>ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p> <p>ПК.4 способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач</p> <p>ПК.5 способность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления</p>	<p>Контрольное мероприятие №1</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знание методов решений уравнений Фредгольма и Вольтера. Умение находить и оценивать норму, спектр и спектральный радиус интегрального оператора.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области</p> <p>ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики</p> <p>ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p> <p>ПК.4 способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач</p> <p>ПК.5 способность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления</p>	<p>Контрольное мероприятие №2</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Умение построить главную линейную часть функционально-дифференциального уравнения. Умение доказывать нетеровость и фредгольмовость оператора, находить его индекс и ядро. Умение строить общие решения некоторых классов функционально-дифференциальных уравнений, решать краевые задачи, строить функции Коши и Грина.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области</p> <p>ПК.2 способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики</p> <p>ПК.3 способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата</p> <p>ПК.4 способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач</p> <p>ПК.5 способность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение определить тип функционально-дифференциального уравнения, представление об общем уравнении, общем решении и общей краевой задаче. Знание альтернативы Фредгольма для краевых задач, знание формул Коши и Грина.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входной контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Корректно решена задача Коши для линейного дифференциального уравнения	5
Корректно решена краевая задача для линейного дифференциального уравнения	5
Корректно построена функция Грина	5

Корректно построены ядро и образ линейного дифференциального оператора	5
--	---

Контрольное мероприятие №1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет решать уравнение Фредгольма с вырожденным ядром	10
Умеет решать уравнения Вольтера 1 го и 2 го рода.	10
Умеет найти спектр, спектральный радиус и собственные функции некоторых классов интегральных операторов.	5
Умеет оценивать норму интегрального оператора.	5

Контрольное мероприятие №2

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет решать задачу Коши методом шагов и строить функцию Коши	10
Умеет решать краевые задачи для некоторых классов функционально-дифференциальных уравнений и строить функцию Грина	10
Умеет находить главную часть линейного функционально-дифференциального уравнения, его ядро, размерность ядра и коядра, доказывать нетеревость и фредгольмовость главной части и самого уравнения.	7
Умеет строить общее решение некоторых классов функционально-дифференциальных уравнений.	3

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знает понятие вольтеррова оператора, эволюционного уравнения и представление решения уравнения в виде формулы Коши.	8
Знает основные типы и примеры функционально-дифференциальных уравнений	8
Знает представление решения уравнения в виде формулы Грина.	8

Знает критерий разрешимости краевых задач и альтернативу Фредгольма для краевых задач.	8
Знает что такое главная линейная часть функционально-дифференциального уравнения и основные ее свойства.	8