**Приложение 2**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
| Институт информационных технологий, математики и механики |

УТВЕРЖДЕНО

решением ученого совета ННГУ

протокол от

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ** |

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **бакалавриат** |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **01.03.02 Прикладная математика и информатика** |

 *(указывается код и наименование направления подготовки / специальности*)

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Системный анализ, исследование операций и управление** |

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

|  |
| --- |
| **очно-заочная** |

 *(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород

2020 год

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.01., Избранные главы вычислительной математики относится к части ООП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

**2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Формируемые компетенции** (код, содержание компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции**  | **Наименование оценочного средства** |
| **Индикатор достижения компетенции**\*(код, содержание индикатора) | **Результаты обучения** **по дисциплине\*\*** |
| **УК-2**. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1. Знает необходимые для осуществления профессиональной деятельности фундаментальные основы используемой науки, а также соответствующие правовые нормы | .***Знать*** *необходимые**для осуществления профессиональной деятельности фундаментальные основы используемой науки, сведения по интегральным уравнениям Фредгольма 1-го и 2-го рода,* *основные законы и принципы, описывающие естественно-научные явления, сводящиеся к интегральным уравнениям, а также следствия, вытекающие из них для соблюдения правовых норм*. | *Собеседование, контрольная работа* |
|  | УК-2.2. Умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность, исходя из имеющихся ресурсов; **с**оотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов профессиональной деятельности |  ***Уметь*** *определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, использовать базовые знания прикладной математики в области интегральных уравнений, математической физики для определения круга задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, а также планировать свою деятельность на основе знаний и ресурсов в соотношении главного и второстепенного для решения задач в профессиональной деятельности*. | *Собеседование, контрольная работа* |
|  | УК-2.3. Имеет практический опыт решения задач в области избранных видов профессиональной деятельности. | ***Владеть*** *практическим опытом применения вычислительных методов и информатики для решения различных задач математической физики и интегральных уравнений Фредгольма, получаемых из профессиональной деятельности и прикладных задач.* | *Собеседование, контрольная работа* |
| **ПК-13**: Способен участвовать в исследовании математических моделей в естественных науках и технике | **ПК-13.1**: Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике | ***Знать*** *аналитические, численные методы исследования для решения краевых задач математической физики и интегральных уравнений для исследования математических моделей, получаемых из естественных наук и техники.* | *Собеседование, контрольная работа* |
|  | **ПК-13.2**: Знает математические методы обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований | ***Знать*** *математические методы исследования и обработки информации экспериментальных исследований при решения различных краевых задач математической физики и интегральных уравнений* | *Собеседование, контрольная работа* |
|  | **ПК-13.3**: Умеет корректно использовать методы создания, анализа и исследования математических моделей, умеет применять численные и аналитические методы решения базовых математических задач и классических задач естествознания в практической деятельности | .***Уметь*** *корректно применять методы создания, анализа, исследовавния для построения и изучения математических моделей доступный современный математический аппарат в виде численных и аналитических методов решения базовых классических задач математической физики и задач естествознания, возникающих в практической деятельности с применением интегральных уравнений, в методов их решения.* | *Собеседование, контрольная работа* |
|  | **ПК-13.4**: Владеет навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований | ***Владеть*** *навыками**использования основных аналитических, численных методов решения интегральных уравнений, математические методы исследования и обработки информации экспериментальных исследований при решения различных краевых задач математической физики, интегральных уравнений и интерпретации этой обработки.* | *Собеседование, контрольная работа* |

\**Индикатор достижения компетенции* – указывается из таблиц п.4.1. Общей характеристики ООП,

*\*\*Результаты обучения по дисциплине-* указываются авторами РПД согласно содержания дисциплины

**3. Структура и содержание дисциплины**

**3.1 Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Очно-заочная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** |  **5 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** |  **180 часов** |
| **в том числе**  |  |
| **аудиторные занятия (контактная работа):****- занятия лекционного типа****- занятия семинарского типа** **- занятия лабораторного типа****- текущий контроль (КСР)** | **16 часов****16 часов****-****2 часа** |
| **самостоятельная работа** | **110 часов** |
| **Промежуточная аттестация экзамен** | **36 часов** |

**3.2.** Содержание дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины**  | **Всего****(часы)** | В том числе |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы.** Из них | **Самостоятельная работа обучающегося, часы** |
|  **Занятия лекционного** **типа** |  **Занятия семинарского типа** |  **Занятия лабораторного типа** | **Всего**  |
| Тема 1. Введение | 5 | 1 |  |  | 1 | 4 |
| Тема 2. Интегральные уравнения Фредгольма 2-го рода и краевые задачи | 25 | 3 | 4 |  | 7 | 18 |
| Тема 3. Приближенное решение уравнений 2-го рода | 28 | 3 | 3 |  | 6 | 22 |
| Тема 4. Интегральные уравнения Фредгольма 1-го рода и некорректные задачи | 32 | 3 | 3 |  | 6 | 26 |
| Тема 5. Методы регуляризации уравнений 1-го рода | 22 | 3 | 3 |  | 6 | 16 |
| Тема 6. Сведение обратных задач к уравнениям 1-го рода | 30 | 3 | 3 |  | 6 | 24 |
| **Текущий контроль** | 2 |  |  |  | 2 |  |
| **Промежуточная аттестация – кзамен** | 36 |  |  |  |  |  |
| **Итого** | 180 | 16 | 16 |  | 34 | 110 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных форме экзамена включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины)

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

4.1Виды самостоятельной работы студентов

* проработка теоретического материала лекционных занятий;
* выполнение домашних практических заданий.
* подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена

4.1.1. Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно с использованием лекционных материалов, методических образовательных материалов. Контроль выполняется в форме проведения устного опроса по понятиям, фактам, формулировкам, выполняемого на практических занятиях.

4.1.2 Выполнение домашних практических заданий.

Домашние задания выдаются на основе методических образовательных материалов. Проверка выполнения домашних заданий проводится в начале каждого практического занятия. Используется выборочная проверка выполнения заданий у двух-трех человек из группы и проверка в форме коллективного обсуждения у доски результатов выполнения отдельных заданий одним или двумя студентами.

4.1.3. Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена

В качестве методических материалов при подготовке к экзамену рекомендуется использовать собственные конспекты лекций, методические материалы в электронной форме, размещенные

Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, а также источники, рекомендованные в списке литературы раздела 6.

 4.2 Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся

 1. Калашников А.Л. Методы решения интегральных уравнений второго рода с применением SCILAB: Учебно-методическое пособие. – Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, 2011. рег. № 332.11.08. – 181 с. (режим доступа

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

2. Калашников А.Л. Методы регуляризации для уравнения Фредгольма первого рода и обратных задач с применением пакета SCILAB. Учебно-методическое пособие. – Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, 2011., рег. № 354.11.08. ─ 158с *с.*(режим доступа <http://www.unn.ru/books/resources.html>

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**,

 **включающий:**

* 1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

*(при использовании традиционных форм аттестации (зачет, экзамен) шкалы оценивания могут быть «зачет-незачет», «зачет с оценкой», «оценка» по cемибалльной и пятибалльной шкалам).*

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | **Шкала оценивания сформированности компетенций** |
| **плохо** | **неудовлетворительно** | **удовлетворительно** | **хорошо** | **очень хорошо** | **отлично** | **превосходно** |
| Не зачтено | зачтено |
| ЗнанияУК-2.1,ПК-13.1.ПК-13.2.: | Отсутствие знаний теоретического материала.Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.  |
| УменияУК-2.2.ПК-13.3**.**: | Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.  | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения,решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.  | Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полномобъеме без недочетов |
| НавыкиУК-2.3ПК-13.4.: | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач  |

**Шкала оценки при промежуточной аттестации**

|  |  |
| --- | --- |
|  **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| Хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| Удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

**5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**.

**5.2.1 Контрольные вопросы**

|  |  |
| --- | --- |
| *вопросы*  | *Код формируемой компетенции*  |
| 1. Интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода с вырожденным ядром и аппроксимация ядра. | УК-2, ПК-13 |
| 2. Метод последовательных приближений уравнения Фредгольма 2-го рода. | УК-2, ПК-13 |
| 3. Метод Галеркина для уравнения Фредгольма 2-го рода. | УК-2, ПК-13 |
| 4. Метод квадратур для уравнения Фредгольма 2-го рода. | УК-2, ПК-13 |
| 5. Функция Грина для краевой задачи Штурма – Лиувилля | УК-2, ПК-13 |
| 6. Сведение краевой задачи к интегральному уравнению 2-го рода. | УК-2, ПК-13 |
| 7.Корректность и некорректность задачи для интегрального уравнения. | УК-2, ПК-13 |
| 8. Метод регуляризации Тихонова А.Н. для систем линейных алгебраических уравнений | УК-2, ПК-13 |
| 9. Нахождение нормального решения и параметра регуляризации. | УК-2, ПК-13 |
| 10. Метод регуляризации Тихонова А.Н. 0 , 1 - го порядков для интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода. | УК-2, ПК-13 |
| 11 Уравнения Эйлера и его решения для вырожденного ядра. | УК-2, ПК-13 |
| 12. Способы сведение обратных краевых задач к интегральному уравнению 1-го рода | УК-2, ПК-13 |

**5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций** УК-2, ПК-13

Задание 1.Решить уравнение: 

Задание 2.Установить существование функции Грина.

Задание 3. Используя функцию Грина, решить краевые задачи: 

Задание 4.Методом регуляризации 0-го порядка найти нормальное решение для уравнения

при , ,, , .

**Образец экзаменационного билета**

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского

##  Институт Информационных технологий математики и механики

Кафедра Дифференциальных уравнений, математического и численного анализа

##  Дисциплина Избранные главы вычислительной математики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Понятие одномерного интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода. Примеры задач прикладной математики, сводящиеся к уравнению 2-го рода.
2. Примеры краевых задач, сводящихся к уравнению Фредгольма 1-го рода. Нормальное решение. Точные и приближенные задачи для этого уравнения.
3. Задача.

## Зав. Кафедрой\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

##  Экзаменатор\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

 1. Калашников А.Л. Методы решения интегральных уравнений второго рода с

 применением SCILAB: Учебно-методическое пособие. – Фонд образовательных электронных

 ресурсов ННГУ, 2011. рег. № 332.11.08. – 181 с. Режим доступа

<http://www.unn.ru/books/resources.html>

 2. Калашников А.Л. Методы регуляризации для уравнения Фредгольма первого рода и

 обратных задач с применением пакета SCILAB. Учебно-методическое пособие. – Фонд

 образовательных электронных ресурсов ННГУ, 2011. ., рег. № 354.11.08. ─ 158с. Режим

 доступа <http://www.unn.ru/books/resources.html>

б) дополнительная литература:

1. Сумин М.И. Некорректные задачи и методы их решения. Учебное пособие.– Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2009.– 289 с.(12 экз. в библ.ННГУ)
2. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М - Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003.- 632 с. (37 экз. в библ.ННГУ.
3. Березин И. С., Жидков Н. П. - Методы вычислений: [учеб. пособие для вузов]. Т. 2. - М.: Физматгиз, 1959. - 620 с. (26 экз в библ.ННГУ)

в) Интернет-ресурсы

1. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, URL: Режим доступа

 <http://www.unn.ru/books/resources.html>..

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++ по направлению «01.03.02 Прикладная математика и информатика» (профиль «Системный анализ, исследование операций и управление»).

Автор к.ф.-м.н, доцент каф. Дифференциальных уравнений, математического и численного анализа.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Калашников А.Л.

Рецензент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой Дифференциальных уравнений, математического и численного анализад.ф.м-н., доцент.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.В.Калинин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 24.02.2021 года, протокол № 5