МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Гергель В.П.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| « |  | » |  | 2018 г. |

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Численные методы в механике**

(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

**Математическое моделирование и вычислительная математика**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2018г.

1. **Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина относится к вариативной части Б1 ОПОП. Период обучения – 7 семестр.

**Целями освоения дисциплины являются**:

Цель курса  изучение численных и приближенных методов решения основных задач, возникающих в математическом анализе, алгебре, дифференциальных уравнениях, математической физике, механике твердого тела, механике сплошных сред и т.д.

Содержание дисциплины направлено на овладения студентами основными численными методами решения типичных задач анализа линейной и нелинейной алгебры, дифференциальных уравнений, математической физики и других типичных задач. В процессе изучения курса студенты должны приобрести навыки реализации изучаемых методов на ЭВМ.

посвящён изучению основных идей и принципов современных новых информационных технологий. Основной задачей курса является углубление подготовки студентов в области теории информации, проблемы искусственного интеллекта, проблемы защиты и кодирования информации, теория измерений, теория нечётких множеств.

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции**  (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций** |
| **ОПК-3** способность 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 **базовый этап** | З 1. Углубленные знания в области численных методов  У 1. Умение применять углубленные знания в области численных методов в механике .  В 1. Опыт применения углубленных знаний в области численных методов в механике. |
| **ПК-1** способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям **базовый этап** | З.2 Знание методов численных методов для проведения научных исследований по механике  У.2. Умение с помощью численных методов проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.  В.3. Опыт проведения научных исследований и получения новых научных и прикладных результатов самостоятельно и в составе научного коллектива. |

1. **Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 1 час промежуточного контроля), 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **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** |
| Очная | Очная | Очная | Очная | |  | Очная | Очная |
| Тема 1.  Аппроксимация функции. Аппроксимация функций в метрических пространствах. Наилучшие приближения в линейных нормированных пространствах, существование элемента наилучшего приближения. Наилучшие приближения непрерывных функций. Метод наименьших квадратов. Полиномы Бернштейна. Приближение функций в гильбертовых пространствах. Приближение алгебраическими многочленами, тригонометрическими многочленами, рациональными многочленами. | 21 | 8 |  |  | |  | 8 | 13 |
| Тема 2. Разностные методы решения граничных задач для дифференциальных уравнений в частных производных.  Аппроксимация дифференциального оператора сеточными операторами. Построение РС методом неопределенных коэффициентов. Явные и неявные РС для уравнений первого порядка. РС с весами для уравнения теплопроводности, решение РС для уравнения теплопроводности. РС для уравнений гиперболического типа. РС задачи Дирихле для эллиптического уравнения второго порядка. Принцип максимума и следствия из него. Теоремы о монотонности, мажоранте, оценке решения сеточного уравнения через его правую часть. | 27 | 14 |  |  | |  | 14 | 13 |
| Тема 3. Интегральные уравнения. Численные методы решения уравнений Фредгольма и уравнений Вольтера. Быстрое преобразование Фурье. | 23 | 10 |  |  | |  | 10 | 13 |
| В т.ч. текукщий контроль | 1 |  |  |  | |  |  |  |
| **Промежуточная аттестация: зачёт (7 семестр)** | | | | | | | | |

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского и практического типа, групповых или индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на экзамене

1. **Образовательные технологии**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Из традиционных методов преподавания используются: лекция, рассказ по теме. Используются различные методы обсуждения индивидуальных случаев, различных точек зрения на проблемы, дискуссии по спорным вопросам.

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем. Выполняют самостоятельные работы.

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

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы

1. повторение пройденного на занятиях материала,
2. самостоятельное изучение отдельных вопросов программы,
3. выполнение контрольной работы в виде тематической контрольной работы,
4. подготовка к текущему контролю успеваемости (защита контрольной работы).

*Вопросы для текущего контроля*

1. Задача о наилучшем приближении функции в гильбертовом пространстве.
2. Теория разностных уравнений 1-го порядка.
3. Теория разностных уравнений 2-го порядка.
4. Разностные схемы для уравнений переноса первого порядка. (Построение схем на различных шаблонах, аппроксимация, устойчивость.)
5. Разностные схемы для уравнения теплопроводности. (Построение схем на различных шаблонах, аппроксимация, схемы предиктор-корректор, схемы с весами, устойчивость.)
6. Разностные схемы для уравнения теплопроводности. (Канонический вид, принцип максимума, схемы с расщеплением.)
7. Разностные схемы для волнового уравнения. (Построение схем на различных шаблонах, аппроксимация, трехслойные схемы, схемы с весами, устойчивость.)
8. Метод разделения переменных для разностных схем. (Аналог задачи Штурма-Лиувиля.)
9. Разностная схема задачи Дирихле для уравнения Пуассона. (Аппроксимация, устойчивость, методы решения, канонический вид)
10. Принцип максимума для разностной схемы в каноническом виде.
11. Обобщенная теория разностных схем.
12. Численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра.

**Методические указания для обучающихся**

*Цель самостоятельной работы* - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и про­фессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

**Изучение понятийного аппарата дисциплины**

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна бытьподчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные списке литературы.

**Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану**

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

**Работа над основной и дополнительной литературой**

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

При презентации материала на занятии можно воспользоваться следующим алгоритмом изложения темы: определение и характеристика основных категорий, эволюция предмета исследования, оценка его современного состояния, существующие проблемы, перспективы развития. Весьма презентабельным вариантом выступления следует считать его подготовку в среде Power Point, что существенно повышает степень визуализации, а, следовательно, доступности, понятности материала и заинтересованности аудитории к результатам научной работы студента.

**Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету**

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных менеджеров.

Итоговой формой контроля успеваемости студентов по данной учебной дисциплине является зачет.

**Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**), **включающий:**
   1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Дисциплина направлена на развитие компетенций

* ОПК-3 способность 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.
* ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные понятиями, идеи и методы численных методов их применение для решения типовых задач механики; современные представления о формулировках и методах исследования характерных задач механики.

Уметь: использовать численные методы для нахождения эффективных решений прикладных задач механики.

Владеть: владеть численными методами для анализа сложных технических систем.

По дисциплине в процессе обучения предусмотрен текущий контроль успеваемости, который сопряжен с оценкой сформированности компетенций. Текущий контроль успеваемости проходит в форме индивидуальной защиты самостоятельной проектной (контрольной) работы.

При текущей и промежуточной аттестации успеваемости по дисциплине проводится оценка сформированности следующих компонентов компетенций: знания, умения, способности мотивации. Индикаторы (дескрипторы) сформированности компетенций, которые используются при контроле текущей успеваемости и промежуточной аттестации, размещены в таблице. Во время текущего контроля успеваемости проводится оценка знаний, умений, способностей и мотивации.

ОПК-3 способность 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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения**\*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)** | | | |
| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| неачтено | зачтено | | |
| Углубленные знания в области численных методов | Отсутствие знаний или фрагментарное применение положений специализированных разделов методов вычислений, необходимых при решении типовых задач. | В целом успешное, но не систематическое применение положений специализированных разделов методов вычислений, необходимых при решении типовых задач. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение положений разделов методов вычислений, необходимых при решении типовых задач. | Успешное и систематическое применение положений специализированных разделов методов вычислений, необходимых при решении типовых задач. |
| УМЕТЬ: применять углубленные знания в области численных методов в механике | Отсутствие умений или частично освоенное умение формулировать и решать прикладные задачи с помощью методов вычислений, необходимых при решении типовых задач. | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение формулировать и решать разделов методов вычислений, необходимых при решении типовых задач. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение формулировать и решать разделов методов вычислений, необходимых при решении типовых задач.. | Сформированное умение формулировать и решать разделов методов вычислений, необходимых при решении типовых задач. |
| ВЛАДЕТЬ: Опыт применения углубленных знаний в области численных методов в механике | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки владения численными методами. | Общие, но не структурированные навыки владения численными методами | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения понятиями численных методов. | Сформированные систематические навыки владения понятиями численных методов. |

ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Планируемые результаты обучения**\*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | **Критерии оценивания результатов обучения** | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ЗНАТЬ: численные методы для проведения научных исследований по механике | Отсутствие знаний или фрагментарное применение положений специализированных разделов численных методов для решения прикладных задач. | В целом успешное, но не систематическое применение положений специализированных разделов численных методов для решения прикладных задач. | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение положений специализированных разделов численных методов для решения прикладных задач. | Успешное и систематическое применение положений специализированных разделов численных методов для решения прикладных задач. |
| УМЕТЬ: с помощью численных методов проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива | Отсутствие умений или частично освоенное умение создавать, применять и модернизировать известные численные методы | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение создавать, применять и модернизировать известные численные методы | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение создавать, применять и модернизировать известные численные методы | Сформированное умение создавать, применять и модернизировать известные численные методы |
| ВЛАДЕТЬ: опытом проведения научных исследований и получения новых научных и прикладных результатов самостоятельно и в составе научного коллектива | Отсутствие знаний или фрагментарные навыки владения подходами, применяемыми при разработке численных методов | Общие, но не структурированные навыки владения подходами, применяемыми при разработке численных методов | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы навыки владения специальными подходами, применяемыми при разработке численных методов | Сформированные систематические навыки владения специальными методами, применяемыми при разработке численных методов, в том числе в смежных областях. |

* 1. Описание шкал оценивания.

**Используется традиционная форм аттестации** **зачет**

*ОПК-3:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания | |
|  | «незачет» | «зачет» |
| Знания  Углубленные знания в области численных методов | отсутствие знаний материала | знание основного материала без ошибок и погрешностей |
| Умения  Умение применять углубленные знания в области численных методов в механике | отсутствие умения | Умение использовать нормы |
| Навыки  Опыт применения углубленных знаний в области численных методов в механике. | отсутствие навыков | владение навыками |

*ПК-1:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания | |
|  | «незачет» | «зачет» |
| Знания  Знание методов численных методов для проведения научных исследований по механике | отсутствие знаний | знание |
| Умения  Умение с помощью численных методов проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива | Полное отсутствие умения | Умение |
| Навыки  Опыт проведения научных исследований и получения новых научных и прикладных результатов самостоятельно и в составе научного коллектива | отсутствие навыков | владение навыками |

Контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

* уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
* уровень понимания студентами изученного материала
* способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Уровень подготовки** |
| Зачет | хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами.  50 %-ное выполнение практических заданий |
| Незачет | Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.  Выполнение практических заданий менее 50 %. |

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций (если дисциплина (модуль) завершает освоение какой-то компетенции, то критерии и процедуры оценивания формируются под итоговый контроль освоения данной компетенции).

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,

- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Типы практических контрольных заданий:

- задания на установление правильной последовательности, взаимосвязанности действий, выяснения влияния различных факторов на результаты выполнения задания;

* 1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

**Задания для оценки сформированности компетенции ОПК-3**

1. Привести классификацию задач аппроксимации.
2. Построить алгоритм для аппроксимации функции.
3. Привести классификацию и алгоритмы решения задач математической физики.

**Задания для оценки сформированности компетенции ПК-1**

Создание и представление выполненных практических работ на компьютере.

* 1. **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы, 1989г. (42 экз.)
2. Бахвалов Н.Р.,  Жидков Н. П., Кобельков Г. М Численные методы. М., 2003г. (50 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Ляхов А.Ф., Петрова О.С. Аппроксимация функции методом наименьших квадратов: Лабораторная работа. ННГУ, Н. Новгород. 2004. (кафедра ТКЭМ)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Сайт exponenta <http://matlab.exponenta.ru/wavelet>.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии: специальные кабинеты, оборудованные мультимедийными средствами обучения; компьютерные классы, где имеется возможность выхода в Интернет; присутствует комплект лицензионного обеспечения, необходимый для работы компьютерных программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (профиль "Математическое моделирование и вычислительная математика").

Автор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ к.ф.-м.н., доцент Ляхов А.Ф.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ТКЭМ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., проф. Игумнов Л.А

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИНСТИТУТА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.