

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 24.03.2025 14:38:35
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИСОУ

 А.В. Воронин

« 27 » сентябрь 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины/модуля:

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

(наименование дисциплины)

научная специальность:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы

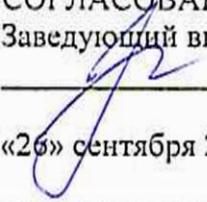
(код, наименование)

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 29.08 2022 г. и требованиями программы аспирантуры по направлению 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы» к результатам освоения дисциплины/модуля

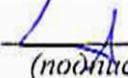
Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры бизнес-информатики и математики (наименование кафедры-разработчика) Протокол № 2 от «26» сентября 2022 г.

Заведующий кафедрой  О. М. Барбаков

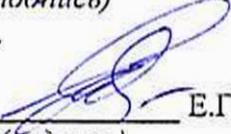
СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой  О. М. Барбаков

«26» сентября 2022 г.

Начальник УНИиР  Д.В. Пяльченков
(подпись)

«26» сентября 2022 г.

Начальник ОПНИНПК  Е.Г. Ишкина
(подпись)

«26» сентября 2022 г.

Рабочую программу разработал:

А.Г.Обухов, профессор, д. ф.-м. наук, профессор
(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели:

- формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний, умений и навыков в области современных математических моделей, численных методов и комплексов программ, составляющих базовое содержание фундаментальной и прикладной математики, механики и других естественных наук;
- обеспечение профессионального образования, способствующего социальной, академической мобильности, профессиональной востребованности, международному и федеральному сотрудничеству в направлениях, связанных с математическим моделированием.

Задачи:

- изучение теоретических основ математического моделирования и процесса разработки математических моделей и методов при решении конкретных задач научных исследований;
- формирование знаний численных методов решения научных, технических, фундаментальных и прикладных задач;
- формирование навыков выбора адекватных и рациональных расчетных схем решения прикладных задач;
- формирование умений математически описывать предметные области, решать типовые и прикладные задачи, используя современное прикладное программное обеспечение;
- формирование умения применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, проводить статистический анализ результатов экспериментов, в том числе с применением современных компьютерных технологий.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к дисциплинам образовательного компонента, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Знания по дисциплине необходимы для осуществления научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих знаний, умений и навыков:

Знать: теоретические основы математического моделирования и процесса разработки математических моделей и методов при решении конкретных задач научных исследований.

Уметь: математически описывать предметные области, решать типовые и прикладные задачи, используя современное прикладное программное обеспечение; анализировать современные научные достижения; генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Владеть: навыками применения аналитических и численных методов решения поставленных задач, проводить статистический анализ результатов экспериментов, в том числе с применением современных компьютерных технологий.

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

Таблица 1.

| Курс/ семестр | Аудиторные занятия/контактная работа, час. | | Самостоятельная работа, час. | Форма промежуточной аттестации |
|------------------|--|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | Лекции | Практические занятия | | |
| 2/4 | 16 | 32 | 132 | Зачёт с оценкой |
| 3/5 | 16 | 32 | 204 | Кандидатский экзамен |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.

Таблица 2

| п/п | Структура дисциплины | | Аудиторные занятия, час. | | СР, час. | Всего, час. | Оценочные средства |
|--------|----------------------|--|--------------------------|-----|-------------|----------------|--|
| | Номер раздела | Наименование раздела | Л. | Пр. | | | |
| 1 | 1 | Раздел 1. «Математические основы» | 6 | 8 | 60 | 74 | Сообщение |
| 2 | 2 | Раздел 2. «Информационные технологии» | 4 | 12 | 51 | 67 | Тест |
| 3 | 3 | Раздел 3. «Компьютерные технологии» | 6 | 10 | 51 | 67 | Письменный опрос |
| 4 | 4 | Раздел 4. «Методы математического моделирования» | 16 | 34 | 138 | 188 | Индивидуальное задание |
| 5 | 1-4 | Кандидатский экзамен | | | 36 | 36 | Перечень вопросов к кандидатскому экзамену |
| Итого: | | | 32 | 64 | 336 | 432 | |

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 3

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|----------|--------------------------------------|---|
| 1 | Раздел 1. «Математические основы» | 1. Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы. 2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимум. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования. 3. Теория вероятностей. Математическая статистика. |

| | | |
|---|--|---|
| | | Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации. |
| 2 | Раздел 2. «Информационные технологии» | 1. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. 2. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов. |
| 3 | Раздел 3. «Компьютерные технологии» | 1. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др Численные методы вейвлет-анализа. 2. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. 3. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. |
| 4 | Раздел 4. «Методы математического моделирования» | 1. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. 2. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. 3. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. 4. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. 5. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением. |

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 4

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема лекции |
|--------|--------------------------|-------------|---|
| 1 | 1 | 2 | Элементы теории функций и функционального анализа. |
| 2 | 1 | 2 | Экстремальные задачи. Математическое программирование. |
| 3 | 1 | 2 | Теория вероятностей. Математическая статистика. |
| 4 | 2 | 2 | Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. |
| 5 | 2 | 2 | Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. |
| 6 | 3 | 2 | Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. |
| 7 | 3 | 2 | Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. |
| 8 | 3 | 2 | Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. |
| 9 | 4 | 4 | Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. |
| 10 | 4 | 2 | Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. |
| 11 | 4 | 4 | Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. |
| 12 | 4 | 2 | Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. |
| 13 | 4 | 4 | Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением. |
| Итого: | | 32 | |

Практические занятия

Таблица 5

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема занятия |
|-------|--------------------------|-------------|--|
| 1. | 1 | 2 | <i>Численные методы и их применение в научных исследованиях. Сплайн-аппроксимация, примеры решения задач. Численные методы вейвлет-преобразования: ратномасштабный анализ, алгоритм быстрого вейвлет-разложения, вейвлет-пакеты, выбор численного алгоритма и его сходимость. Примеры применения численных методов при математическом моделировании.</i> |

| | | | |
|-----|---|---|--|
| | | | <i>Спектральные методы, примеры применения методов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара. Вейвлет-преобразование: непрерывное и дискретное вейвлет-преобразование, типы вейвлет-базисов и критерии его выбора. Применение спектральных методов при решении практических задач.</i> |
| 2. | 1 | 2 | <i>Экстремальные задачи и методы их решения. Общая характеристика экстремальных задач и методов их решения. Виды экстремальных задач. Постановка задачи линейного программирования, ее различные формы. Минимаксный подход и его применение в научных исследованиях.</i> |
| 3. | 1 | 4 | <i>Теория случайных процессов, основные подходы и методы. Регрессионный анализ, основные подходы и области применения. Класс моделей авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего. Диагностические проверки авторегрессионных моделей на примере реальных временных рядов. Проверка статистических гипотез. Статистические гипотезы: основные понятия, ошибки 1- и 2-рода, шаги проверки гипотез, вывод о принятии или отвержении основной гипотезы. Критерии проверки статистических гипотез: t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера, хи-квадрат Пирсона. Примеры проверки статистических гипотез.</i> |
| 4. | 2 | 6 | <i>Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.</i> |
| 5. | 2 | 6 | <i>Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры.</i> |
| 6. | 3 | 2 | <i>Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума.</i> |
| 7. | 3 | 4 | <i>Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.</i> |
| 8. | 3 | 4 | <i>Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня.</i> |
| 9. | 4 | 6 | <i>Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.</i> |
| 10. | 4 | 6 | <i>Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.</i> |
| 11. | 4 | 8 | <i>Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.</i> |
| 12. | 4 | 6 | <i>Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.</i> |

| | | | |
|--------|---|----|--|
| 13. | 4 | 8 | Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением. |
| Итого: | | 64 | |

Самостоятельная работа

Таблица 6

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема | Вид СР |
|--------|--------------------------|-------------|---|-------------------------------------|
| 1. | 1 | 60 | Раздел 1. «Математические основы» | Написание сообщения |
| 2. | 2 | 51 | Раздел 2. «Информационные технологии» | Подготовка к практическим занятиям |
| 3. | 3 | 51 | Раздел 3. «Компьютерные технологии» | Подготовка к практическим занятиям |
| 4. | 4 | 138 | Раздел 4. «Методы математического моделирования» | Подготовка к практическим занятиям |
| 5. | 1-4 | 36 | Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену | Подготовка к кандидатскому экзамену |
| Итого: | | 336 | | |

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

1. *Традиционные образовательные технологии* ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к аспиранту. Предполагают последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя). Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. *Технологии проблемного обучения* – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирование активной познавательной деятельности аспирантов.

3. *Контекстное обучение* – мотивация аспирантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

4. *Опережающая самостоятельная работа* – изучение аспирантами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

6. Вопросы для подготовки к зачёту

1. Математические модели в теории упругости.
2. Математические модели в теории пластичности.
3. Математические модели в теории вязкости и упругости.
4. Математические модели в гидродинамике.
5. Математические модели в электродинамике.
6. Математические модели в газовой динамике.
7. Универсальность математических моделей.
8. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
9. Вариационные принципы Лагранжа построения математических моделей.
10. Обзор основных численных методов.
11. Приведите примеры, поясняющие термин «модель».

12. Дать определения модели и моделирования.
13. Этапы развития математического моделирования.
14. Какое моделирование называется материальным? Пример.
15. Какое моделирование называется идеальным? Пример.
16. Физическое моделирование. Пример.
17. Аналоговое моделирование. Пример.
18. Законы сохранения при построении математических моделей.
19. В чем смысл построения математических моделей с использованием фундаментальных законов природы.
20. Интуитивное моделирование. Пример.
21. Этапы построения моделей.
22. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
23. Математические основы моделирования
24. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки, пакеты прикладных программ.
25. Численные методы поиска экстремума.
26. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений и краевых задач математической физики.
27. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
28. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
29. Численные методы вейвлет-анализа.

7. Оценка результатов освоения дисциплины

Текущий контроль осуществляется в виде устных опросов на практических занятиях.

Промежуточная аттестация проводится в форме: зачета с оценкой и кандидатского экзамена.

7.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения в соответствии с планируемыми результатами обучения (зачет с оценкой)

| Оценка | Критерии оценки |
|-----------------------|---|
| «Отлично» | - выставляется аспиранту, если он: глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения заданий |
| «Хорошо» | - если аспирант твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при выполнении заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения |
| «Удовлетворительно» | - если аспирант имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении заданий |
| «Неудовлетворительно» | если ответ аспиранта показывает незнание процессов предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности выполнения заданий; допускает серьезные ошибки в содержании ответа; |

8. Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену

Для сдачи кандидатского экзамена по специальной дисциплине аспиранту/соискателю ученой степени кандидата наук (далее – соискатель) необходимо подготовиться по следующим вопросам.

1. Понятие меры и интеграла Лебега.
2. Метрические и нормированные пространства.
3. Евклидовы пространства. Процесс ортогонализации.
4. Пространство интегрируемых функций. Пространства Соболева.
5. Линейные непрерывные функционалы.
6. Теорема Хана-Банаха.
7. Линейный оператор в конечном пространстве, его матрица. Норма линейного оператора. Дифференциальные и интегральные операторы.
8. Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения и системы. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского.
9. Устойчивость по Ляпунову. Теорема об устойчивости по первому приближению.
10. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
11. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
12. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления.
13. Задачи оптимального управления.
14. Принцип максимума.
15. Принцип динамического программирования.
16. Аксиоматика теории вероятностей.
17. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
18. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
19. Центральная предельная теорема.
20. Элементы теории случайных процессов.
21. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
22. Элементы теории проверки статистических гипотез.
23. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений.
24. Основы теории информации.
25. Общая проблема решения. Функция потерь.
26. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
27. Экспертизы и неформальные процедуры.
28. Автоматизация проектирования.
29. Искусственный интеллект.
30. Распознавание образов.
31. Полиномиальная интерполяция. Сплайн-аппроксимация. Интерполяция рядом Фурье.
32. Проекционно-сеточные методы. Вариационно-сеточные методы.
33. Метод конечных элементов.
34. Метод конечных разностей.
35. Численные методы решения задачи Коши.
36. Вычислительные методы линейной алгебры.
37. Интегральные преобразования Фурье, Лапласа.
38. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
39. Представление о языках программирования высокого уровня.
40. Пакеты прикладных программ.
41. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.

42. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.

43. Методы исследования математических моделей. Устойчивость моделей. Проверка адекватности математических моделей.

44. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

45. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

Кандидатский экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам, в билете три вопроса.

9. Оценка результатов кандидатского экзамена

| Оценка | Критерии оценки |
|-----------------------|--|
| «Отлично» | - выставляется аспиранту/соискателю, если он: глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения заданий |
| «Хорошо» | - если аспирант/соискатель твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при выполнении заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения |
| «Удовлетворительно» | - если аспирант/соискатель имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении заданий |
| «Неудовлетворительно» | если ответ аспиранта/соискателя, показывает незнание процессов предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности выполнения заданий; допускает серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области |

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в *Приложении 1*.

10.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «Издательства Лань» <http://e.lanbook.com>
2. ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru
3. Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ <http://e.lanbook.com>
4. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <http://elibrary.ru/>
5. ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>

6. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>
 7. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа) <http://bibl.rusoil.net>
 8. Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта) <http://lib.ugtu.net/books>
 9. ЭБС «Проспект» <http://ebs.prospekt.org>
 10. ЭБС «Консультант студент» <http://www.studentlibrary.ru>
 11. Международная реферативная база данных научных изданий Scopus через национальную подписку Минобрнауки России <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.
 12. Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science через национальную подписку Минобрнауки России http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=C3GMzZcRDcdeQjkr97C&preferencesSaved=.
 13. Международная реферативная база данных научных изданий «Международный европейский индекс цитирования в области гуманитарных наук European Reference Index for the Humanities (ERIH)» (в открытом доступе) <https://cloud.mail.ru/stock/aKSRBw5xaf1ZA75hoY8iV5a7>
- 8.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Microsoft Windows, Microsoft Office Professional Plus, Mathcad 14.0 (Лицензия PO Number 302/Ni010620, SCN 7A1355535 бессрочно)

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 8

| № п/п | Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины | Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование) |
|-------|---|--|
| 1 | | Персональный компьютер в сборе |
| 2 | | Проектор |
| 3 | | Документ - камера |
| 4 | | Микрофон |
| 5 | | Мультимедийный экран |

12. Методические указания по организации СР

12.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

Под подготовкой к практическим занятиям подразумевается активная самостоятельная индивидуальная работа аспиранта, выполняемая им в свободное от учебы время и до начала практического занятия. В процессе подготовки к практическому занятию аспирант должен:

- внимательно ознакомиться с планом занятия;
- изучить конспект лекции;
- изучить и при необходимости законспектировать рекомендуемую литературу;
- изучить соответствующие нормативно-правовые акты;
- самостоятельно проверить свои знания, руководствуясь контрольными вопросами;
- выполнить самостоятельную работу по предложенному плану.

В планы отдельных занятий включены основные вопросы изучаемой темы по программе курса. В связи с тем, что объём учебных часов недостаточен, часть тем (вопросов) курса изучается аспирантами самостоятельно.

По каждой теме дается примерный перечень основной и дополнительной литературы. Предлагаемая для изучения литература в основном имеется в фондах научной библиотеки ТИУ.

12.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Учебная программа и учебно-тематический план по дисциплине предполагают обязательную самостоятельную подготовку аспирантов в виде выполнения ими домашнего задания. В частности, это может быть конспектирование литературы, написание рефератов, контрольные работы.

Такие задания предусмотрены по тем разделам и темам плана, по которым не отводится время на аудиторную работу (лекции, семинары), а также к темам и разделам, по которым проводятся практические занятия.

Самостоятельная работа предполагает самостоятельную работу аспиранта независимо от того находится ли он в аудитории учебного корпуса и изучает тему под руководством преподавателя в составе группы, либо он находится в других условиях и занимается самостоятельно. Самостоятельная работа является активным методом изучения материала.

Под активными методиками преподавания учебной дисциплины понимаются методики, предполагающие передачу аспирантам основных знаний в области истории и философии науки посредством самостоятельного ознакомления с письменными материалами вне аудитории и активного дискуссионного обсуждения в аудитории изученных материалов.

Самостоятельная работа может осуществляться путем конспектирования научных произведений, рекомендованных преподавателем к соответствующей теме практических занятий. При проверке данных конспектов обращается внимание на следующие компоненты:

1) правильность оформления текста (для конспектов должна быть заведена отдельная тетрадь; автор, название и издательские данные работы должны быть указаны полностью, с соблюдением стандартов библиографического оформления);

2) конспект должен содержать основные положения, касающиеся рассматриваемой на занятии темы.

Аспиранту необходимо творчески переработать изученный самостоятельно материал и представить его для отчета.

Если указанные выше критерии нарушаются, самостоятельная работа должна быть переделана.

**КАРТА
обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
 Научная специальность 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания | Количество экземпляров в БИК | Контингент аспирантов, использующих указанную литературу | Обеспеченность аспирантов литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|--|------------------------------|--|--|---|
| 1 | Математическое программирование. Вариационное исчисление: учебное пособие для вузов / О. А. Толпегин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 233 с. — (Высшее образование). Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/471171 | ЭР* | 7 | 100% | |
| 2 | Анализ данных: учебник для вузов / В. С. Мхитарян [и др.]; под редакцией В. С. Мхитаряна. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 490 с. — (Высшее образование). | ЭР* | 7 | 100% | |
| 3 | Информационная безопасность: учебное пособие для вузов / Г. М. Суворова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 253 с. | ЭР* | 7 | 100% | |
| 4 | Информационные системы и технологии. Теория надежности: учебное пособие для вузов / В. А. Богатырев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 318 с. | ЭР* | 7 | 100% | |
| 5 | Дискретная математика: прикладные задачи и сложность алгоритмов: учебник и практикум для вузов / А. Е. Андреев, А. А. Болотов, К. В. Коляда, А. Б. Фролов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 317 с. URL: https://urait.ru/bcode/492349 | ЭР* | 7 | 100% | |
| 6 | Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 256 с | ЭР* | 7 | 100% | |

| | | | | | |
|----|---|-----|---|------|--|
| 7 | Интеллектуальные системы: основы теории нечетких множеств: учебное пособие для вузов / Д. М. Назаров, Л. К. Конышева. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 186 с. URL: https://urait.ru/bcode/492333 | ЭР* | 7 | 100% | |
| 8 | Математическая обработка информации : учебник и практикум для вузов / М. Ю. Глотова, Е. А. Самохвалова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 301 с. . | ЭР* | 7 | 100% | |
| 9 | Проектирование информационных систем: учебник и практикум для вузов / под общей редакцией Д. В. Чистова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 258 с. . | ЭР* | 7 | 100% | |
| 10 | Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: учебное пособие для вузов / Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев; под общей редакцией Л. Н. Третьяк. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 237 с. URL: https://urait.ru/bcode/492913 | ЭР* | 7 | 100% | |
| 11 | Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 495 с. | ЭР* | 7 | 100% | |
| 12 | Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы: учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е | ЭР* | 7 | 100% | |
| 13 | Системы поддержки принятия решений: учебник и практикум для вузов / Т. К. Кравченко, Д. В. Исаев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 292 с. — (Высшее образование) URL: https://urait.ru/bcode/489756 . | ЭР* | 7 | 100% | |
| 14 | Технологии и методы программирования: учебное пособие для вузов/ И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 235 с. | ЭР* | 7 | 100% | |

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

В программу вносятся следующие дополнения (изменения):

Пункт 8 рабочей программы дисциплины «Перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену» изложить в следующей редакции: "Список вопросов к кандидатскому экзамену, как результату освоения дисциплины в рамках промежуточной аттестации, регламентируется программой кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»".

Дополнения и изменения внес:
д-р физ.-мат. наук, профессор



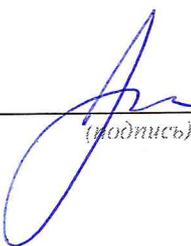
(подпись)

А.Г. Обухов

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены на заседании кафедры Математики и прикладных информационных технологий

Протокол от «20» декабря 2024г. № 5

Заведующий кафедрой



(подпись)

О.М. Барбаков