

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по научной работе

« ____ » _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Подготовка и сдача кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 -
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И
КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:

09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

(указывается код и наименование направления подготовки)

НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ):

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (05.13.18)

КВАЛИФИКАЦИЯ: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: **очная**

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: Экзамен

(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)

Москва – 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Рабочая программа обсуждена и одобрена на заседании Ученого совета Института:
Протокол № 4 от 25.04.2018 г.

Согласовано:
Заведующая отделом
докторантуры и аспирантуры,
к.т.н.

(подпись)

З.К. Авдеева
(И.О.Фамилия)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рассматриваемая дисциплина является основной в подготовке аспирантов, обучающихся по профилю 09.06.01- Информатика и вычислительная техника.

Целями изучения дисциплины является;

- приобретение знаний, необходимых для решения задач, связанных с разработкой новых методов и средств обработки информации и управления, повышающих эффективность эксплуатации и проектирования объектов промышленности;
- приобретение навыков работы с программно-техническими комплексами и решение на этой базе практических задач проектирования и эксплуатации и управления объектами и системами в промышленности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина относится к основным дисциплинам вариативного блока программы аспирантуры.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единиц (з.е.) или 72 академических часов, в том числе 36 часа аудиторных занятий и 32 часа самостоятельной работы, 4 часа отводится на итоговый контроль по дисциплине.

Дисциплина носит теоретический характер, является основой для формирования основных профессиональных компетенций аспирантов как исследователей.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих универсальных и общих для направления компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях (ОПК-5).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- Способность самостоятельно проводить научные исследования в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ, включая разработку фундаментальных основ и применение математического моделирования, численных методов и комплексов программ для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем, а также применять получаемые результаты при решении научных и практических проблем. (ПК-2).

Аспирант должен:

Знать:

- элементы теории функций и функционального анализа, теории вероятностей и математической статистики
- основы теории принятия решений и исследования операций
- основные задачи искусственного интеллекта
- основные численные методы
- основные принципы и методы математического моделирования

Уметь:

- применять функциональный анализ и математическую статистику при постановке и решении экстремальных задач
- применять методы теории принятия решения и исследования операций при постановке и решении задач управления

Владеть

- методами проведения вычислительного эксперимента
- основными алгоритмическими языками программирования
- методами исследования математических моделей

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Структура дисциплины. Перечень разделов дисциплины и распределение времени по темам / лекциям

№ темы и название	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов (трудоемкость в часов)				ИТОГО	Формы текущего контроля успеваемости Формы промежуточной аттестации
	лекции	семинары и практические занятия	самостоятельная работа аспиранта			
Раздел 1. Математические основы						
Тема 1. Элементы теории функций и функционального анализа	4		2	10		собеседование
Тема 2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ	2		2	14		собеседование
Тема 3. Теория вероятностей. Математическая статистика	4		4	8		собеседование
Раздел 2. Информационные технологии						
Тема 4. Принятие решений	2		4	8		собеседование
Тема 5. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта	4		2	10		собеседование
Раздел 3. Компьютерные технологии						
Тема 6. Численные методы	4		4	8		собеседование
Тема 7. Вычислительный эксперимент	2		2	10		
Тема 8. Алгоритмические языки	2		2			
Раздел 4. Методы математического моделирования.						
Тема 9. Основные принципы математического моделирования	4		2			
Тема 10. Методы исследования математических моделей	4		4			

№ темы и название	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов (трудоемкость в часов)				Формы текущего контроля успеваемости
	лекции	семинары и практические занятия	самостоятельная работа аспиранта	ИТОГО	Формы промежуточной аттестации
Тема 11. Математические модели в научных исследованиях	4		4		
Итого	36		32	72	Экзамен

4.2. Содержание разделов и тем

Программа составлена на основе программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.13.18, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по управлению, вычислительной технике и информатике при участии МГУ им. М.В. Ломоносова.

Раздел 1. Математические основы

Тема 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.

Тема 2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ

Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

Тема 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. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

Раздел 2. Информационные технологии

Тема 4. Принятие решений

Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

Тема 5. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта

Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

Раздел 3. Компьютерные технологии

Тема 6. 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.

Тема 7. Вычислительный эксперимент

Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

Тема 8. Алгоритмические языки

Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

Раздел 4. Методы математического моделирования.

Тема 9. 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

Тема 10. Методы исследования математических моделей

Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

Тема 11. Математические модели в научных исследованиях

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

Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.

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

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая на протяжении освоения дисциплины. Текущий контроль знаний учащихся организован как устный групповой опрос.

Текущая самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний и развитие практических умений аспиранта по компетенциям программы.

5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в конце полугодия и завершает изучение дисциплины. Форма аттестации – кандидатский экзамен проводится в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы в письменном виде. Порядок проведения кандидатского экзамена:

1. Аспирант совместно с научным руководителем формирует программу кандидатского экзамена по специальности, в которой 2/3 контрольных вопросов выбираются из раздела 5.3. данной Программы и 1/3 контрольных вопросов соответствует тематике научных исследований аспиранта.
2. Программа кандидатского экзамена согласовывается заведующим отдела докторантуры и аспирантуры и утверждается директором или заместителем директора на науке.
3. Кандидатский экзамен проводится утвержденной экзаменационной комиссией и оформляется протоколом заседания комиссии по приему кандидатского экзамена по трем теоретическим вопросам из программы кандидатского экзамена.
4. Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов, тематика которых представлена в программе кандидатского экзамена. Продолжительность экзамена не более трех часов.
5. Ответ на каждый вопрос оценивается по пятибалльной (0 –5). Итоговая оценка выставляется по пятибалльной шкале («неудовлетворительно» –«отлично») на основании оценок ответов на три вопроса. Невыполнение одного из заданий (или отказ от его выполнения) является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за кандидатский экзамен в целом.

5.3. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и устного опроса обучающихся:

Контрольные вопросы к разделу 1.

1. Понятие меры и интеграла Лебега.
2. Метрические и нормированные пространства.
3. Пространства интегрируемых функций.
4. Пространства Соболева.
5. Линейные непрерывные функционалы.
6. Теорема Хана-Банаха.
7. Линейные операторы.
8. Элементы спектральной теории.
9. Дифференциальные и интегральные операторы.
10. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
11. Выпуклые задачи на минимум.
12. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс.
13. Основы вариационного исчисления.
14. Задачи оптимального управления. Принцип максимума.

15. Принцип динамического программирования.
16. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
17. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
18. Элементы теории случайных процессов.
19. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
20. Элементы теории проверки статистических гипотез.
21. Элементы многомерного статистического анализа.
22. Основные понятия теории статистических решений.
23. Основы теории информации.

Контрольные вопросы к разделу 2. Информационные технологии

1. Общая проблема решения. Функция потерь.
2. Байесовский и минимаксный подходы.
3. Метод последовательного принятия решения.
4. Исследование операций
5. Экспертизы и неформальные процедуры.
6. Автоматизация проектирования.
7. Искусственный интеллект.
8. Распознавание образов.

Контрольные вопросы к разделу 3. Компьютерные технологии

9. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
10. Численное дифференцирование и интегрирование.
11. Численные методы поиска экстремума.
12. Вычислительные методы линейной алгебры.
13. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
14. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
15. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
16. Численные методы вейвлет-анализа.
17. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
18. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

Контрольные вопросы к разделу 4. Методы математического моделирования.

19. Основные принципы математического моделирования
20. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.
21. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
22. Вариационные принципы построения математических моделей
23. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
24. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
25. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

26. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
27. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание.
28. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

Основная литература

1. А.Н. Колмогоров, С.В.Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа. 7-е изд. М.: Наука, 2004.
2. Ф.П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. М.:Наука. 1981.
3. А.А. Боровков. Теория вероятностей. М.: Наука. 2009.
4. А.А. Боровков. Математическая статистика. М.: Наука. 1984.
5. Н.Н. Калиткин. Численные методы. М.:Наука. 1978.
6. А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование. М.:ФИЗМАТЛИТ. 1997. – 316с.
7. В.В. Лебедев. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗО-ГРАФ. 1997, – 224с.
8. Ю.П.Пытьев Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2002. – 354с.
9. А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М.:Наука. 1979 – 286с.
10. В.Ф. Демьянов, В.Н. Малоземов. Введение в минимакс. М.: Наука. 1972.
11. П.С. Краснощеков, А.А, Петров. Принципы построения моделей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.
12. Е.С. Вентцель. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.

Дополнительная литература

1. Математическое моделирование. – Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.
2. А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат. 1996. – 544с.
3. Ю.П.Пытьев Математические методы анализа эксперимента. М.:Высшая школа, 1989.
4. А.И. Чуличков. Математические модели нелинейной динамики. М.:ФИЗМАТГИЗ. 2000. – 294с.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Необходимое оборудование для лекций и практических занятий: компьютер и мультимедийное оборудование (проектор, звуковая система)

Необходимое программное обеспечение: офисные приложения.

Обеспечение самостоятельной работы: Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных:

- <http://www.mtas.ru>
- <http://www.mtas.ru/search/libraryofcontrol.php>
- <http://www.ipu.ru/pubs>

8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.