

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**

Утверждаю:  
Проректор по учебной работе  
Павлов В.Н.  
« 19 » 05 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И**  
**КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»**

для подготовки аспирантов по направлению

09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника»

по направленности

**«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Санкт-Петербург

2017

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебных планов:	7909180, 6909180, 5909180, 4909180
Обеспечивающий факультет:	Компьютерных технологий и информатики
Обеспечивающая кафедра:	Математического обеспечения и применения ЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	8
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	2
Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов)	2
Самостоятельная работа (академ. часов)	106
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (семестр)	8

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МО ЭВМ 18.04.2017, протокол № 4.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета КТИ 18.05.2017, протокол № 5.

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И**  
**КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»**

В основе настоящей дисциплины лежат материалы по математическому моделированию, функциональному анализу, математической физике, теории вероятностей, математической статистике, численным методам и комплексам программ. Изучение дисциплины направлено на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности 05.13.18.

**SUBJECT SUMMARY**  
**«MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND**  
**COMPLEXES OF PROGRAMS»**

This discipline is based on materials on mathematical modeling, functional analysis, mathematical physics, probability theory, mathematical statistics, numerical methods and program complexes. The study of the discipline is aimed at preparing for the passing of the candidate's examination in the scientific specialty 05.13.18.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Изучение математических основ теории функций и функционального анализа, теории вероятностей и математической статистики. Получение знаний по математическому программированию, линейному программированию, выпуклому программированию.

2. Формирование умений по применению информационных и компьютерных технологий к решению задач, получение навыков проведения вычислительного эксперимента.

3. Освоение методов математического моделирования и исследования математических моделей.

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ООП.

Настоящая программа составлена на основе «Программы кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным дисциплинам», утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363).

## МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к вариативной части ООП. Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «История и философия науки»;
  2. «Компьютерные технологии в образовании и представлении знаний»;
  3. «Технология развития творческого мышления»,
- и обеспечивает подготовку выпускной научной квалификационной работы (диссертации).

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Введение** (2 академ. часа)

Содержание, цель и значение дисциплины в подготовке аспирантов, ее связь с другими дисциплинами и подготовкой кандидатской диссертации. Общая классификация решаемых задач.

### **Математические основы** (24 академ. часа)

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.

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.

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.

### **Информационные технологии** (26 академ. часов)

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

Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

### **Компьютерные технологии (26 академ. часов)**

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.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

### **Методы математического моделирования (24 академ. часа)**

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

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

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

**Заключение** (6 академ. часов)

Систематизация материала. Рекомендации по сдаче экзамена.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Название, библиографическое описание	Семестр	К-во экз. в библ. (на каф.)
<b>Основная литература</b>			
1	Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник. – М.: Высшая школа, вып.3, 2001	8	37
2	Функциональный анализ / Л.В. Канторович, Г.П. Акилов. - Изд. 3-е, перераб. - М. : Наука, 1984	8	11
3	Теория вероятностей и ее инженерные приложения [Текст] / Е.С.Вентцель, Л.А.Овчаров. - М. : Наука, 1988	8	14
4	Численные методы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - М. : Наука, 1987	8	60
5	Исследование операций: задачи, принципы, методология [Текст] / Е.С.Вентцель. - Изд. 2-е, стер. - М. : Наука, 1988	8	92
<b>Дополнительная литература</b>			
1	Численные методы решения экстремальных задач [Текст] : [учеб. пособие для вузов по спец. "Прикладная математика"] / Ф. П. Васильев. - М. : Наука, 1980	8	4
2	Математическая статистика : учеб. / А.А. Боровков. - Изд. 4-е, стер. - СПб. : Лань, 2010	8	3
3	Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем [Текст] : монография / Ю.П.Пытьев ; [Российский фонд фундаментальных исследований]. - М. : Физматлит, 2002	8	1

Зав. отделом учебной литературы

Т.В. Киселева

*зав. отделом учебной литературы / Киселева Т.В.*

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет», используемых при освоении дисциплины**

№	Электронный адрес
1	<a href="http://libgost.ru/gost/25-GOST_7_32_2001.html">http://libgost.ru/gost/25-GOST_7_32_2001.html</a> ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
2	<a href="http://econf.rae.ru/article/6722">http://econf.rae.ru/article/6722</a>

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, включая перечень экзаменационных вопросов (Приложение 1), а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ООП) доводятся до сведения обучающихся на первом занятии.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**Разработчик**  
д.т.н., проф.



Лисс А.Р.

**Рецензент**  
д.ф.-м.н., проф.



Коточигов А.М.

**Зав. каф. МО ЭВМ**  
к.т.н.



Кринкин К.В.

**Декан ФКТИ**  
д.т.н., проф.



Куприянов М.С.

**Согласовано**

**Председатель УМК ФКТИ**  
к.т.н., доцент



Михалков В.А.

**Согласовано**

**Начальник МО**  
д.т.н., проф.



Грязнов А.Ю.

**Зав. отделом докторантуры и аспирантуры**  
к.ф.-м.н.



Кучерова О.В.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Автор	Нач. МО
1					

**ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ**

1. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций.
2. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы.
3. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.
4. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления.
5. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
6. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы.
7. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Проверка статистических гипотез.
8. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
9. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования.
10. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
11. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
12. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума.
13. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.

14. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.
15. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
16. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
17. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей.
18. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей
19. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
20. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
21. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
22. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора.
23. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
24. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание.
25. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением