

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Методы математического и информационного моделирования
сложных систем и процессов**
Кафедра прикладной математики факультета математики и
компьютерных наук

Образовательная программа
02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки
Информационные технологии

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: ***Вариативная по выбору***

Махачкала, 2018

Программа «Методы математического и информационного моделирования сложных систем и процессов» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.04.02 *Фундаментальная информатика и информационные технологии (уровень магистратуры)* от 17.08.2015 № 830.

Разработчики:

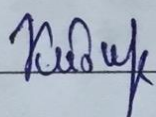
кафедра прикладной математики,

Гаджиева Т.Ю., к.ф.-м.н., доцент

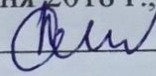
Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «14» июня 2018 г.,

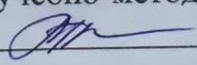
протокол №10

И. о. зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

На заседании методического совета факультета математики и компьютерных наук от «27» июня 2018 г., протокол №6

Председатель  Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением

«28» 06 2018 г. 

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы математического и информационного моделирования сложных систем и процессов» входит в *вариативную* часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы *магистратуры* по направлению 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением с математическими моделями, а также знакомством с современными направлениями развития статистики.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ПК-2, ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в 72 академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциров анный зачет, экзамен)	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экза мен		
	Все го	из них						
	Лекц ии	Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
В	72			14			58	Зачет

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения курса «Методы математического и информационного моделирования сложных систем и процессов» - владение студентами умения разрабатывать методы решения задач в которых требуется определить значения таких параметров, которые доставляют функционалу его минимальное или максимальное значение встречающиеся в естествознании и во многих экономических задачах; закрепление студентами ряд понятий изученных в курсах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Методы математического и информационного моделирования сложных систем и процессов» входит в *вариативную* часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы *магистратуры* по направлению 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Курс «Методы математического и информационного моделирования сложных систем и процессов» вводится после изучения дисциплин теория вероятностей и математическая статистика, так как для успешного усвоения этого курса студентам необходимы знания по указанным дисциплинам.

Разработанные в курсе методы могут применяться при изучении отдельных тем курсов «Методы статистического моделирования» и др.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ПК-2	способностью использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики, фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий	Знает проблемы реализации вычислительного эксперимента, основы математического моделирования прикладных задач Умеет строить оптимальные алгоритмы решения возникающих задач; ясно излагать свои результаты перед научным коллективом. Владеет практическим умением анализировать полученные результаты
ПК-3	способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач проектной и производственно-технологической деятельности	Знает методы разработки и анализа для построения математической модели той или иной задачи проектной и производственно-технологической деятельности. Умеет понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач. Владеет методами моделирования естественнонаучных задач.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль сам. раб.		
Модуль 1. Математические методы моделирования информационных процессов и систем.									
1	Задачи теории массового обслуживания	В	1		2			7	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование, проверка групп журнала ---
2	Задачи оптимизации n – канальных СМО с отказами.	В	2		2			7	
3	Сетевые модели (N-схемы). Сети Петри.	В	3		2			7	
4	Обобщенные модели (А-схемы).	В	4		2			7	Контрольная работа
	Итого				8			28	
Модуль 2. Формализация и алгоритмизация информационных процессов									
5	Метод статистического моделирования.	В	5		2			10	
6	Метод серединных квадратов.	В	6		2			10	
7	Моделирование случайных	7	9		2			10	Контрольная работа

	воздействий.								
	Итого				6			30	зачет
ИТОГО:					14			58	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание практических занятий по дисциплине

Модуль 1. Математические методы моделирования информационных процессов и систем

Тема 1. Задачи теории массового обслуживания.

Основы теории массового обслуживания. Понятие случайного процесса. Классификация систем массового обслуживания. Математические модели простейших систем массового обслуживания. Одноканальная СМО с отказами.

Тема 2. Задачи оптимизации n – канальных СМО с отказами.

Задача Эрланга. Абсолютная пропускная способность. Возможные постановки задач оптимизации n – канальных СМО с отказами

Тема 3. Сетевые модели (N-схемы). Сети Петри.

Графы сетей Петри. Маркировка сетей Петри. Сети Петри для моделирования систем: способы реализации.

Тема 4. Обобщенные модели (A-схемы).

Структура агрегативной системы.

Модуль 2. Формализация и алгоритмизация информационных процессов

Тема 5. Метод статистического моделирования

Концептуальные модели. Алгоритмизация моделей. Примеры статистического моделирования.

Тема 6. Метод серединных квадратов.

Аппаратный способ. Табличный способ. Алгоритмический способ.

Тема 7. Моделирование случайных воздействий.

Моделирование случайных событий. Моделирование Марковских цепей. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование непрерывных случайных величин.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Подготовка к контрольным работам.
3. Подготовка к зачету.

№	Виды самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечения
1	Изучение рекомендованной литературы	Устный опрос по разделам дисциплины	См. разделы 6.2, 8 данного документа
2	Подготовка к контрольным работам (практические занятия)	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в практическом журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной работе	См. разделы 6.2, 8 данного документа
4	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы	См. разделы 6.2, 7.2 данного документа
5	Подготовка к зачету	Устный опрос, либо компьютерное тестирование	См. разделы 6.2, 8 данного документа

Текущий контроль: проверка домашних работ.

Промежуточная аттестация: контрольная работа, коллоквиум.

Текущий контроль успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу практических занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня усвоения тем. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения домашних заданий.

Промежуточный контроль проводится в форме коллоквиума, в которых содержатся теоретические вопросы.

Итоговый контроль проводится либо в виде устного зачета, либо в форме тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

6.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине.

Вопросы для самостоятельного изучения по конкретным разделам (модулям) приведены в п. 4.3 настоящей Программы. В пункте 7.2 приведены типовые контрольные работы и вопросы к зачету по методам математического и информационного моделирования сложных систем и процессов.

Задания для проверочной работы, самостоятельной работы, домашние задания содержатся в пособиях, указанных в списке учебной литературы.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-2	обладать способностью использовать углубленные теоретические и практические знания в области информационных технологий и прикладной математики,	Знать: проблемы реализации вычислительного эксперимента, основы математического моделирования прикладных задач Уметь: строить оптимальные алгоритмы решения возникающих задач;	Контрольные работы, зачет

	фундаментальных концепций и системных методологий, международных и профессиональных стандартов в области информационных технологий	ясно излагать свои результаты перед научным коллективом. Владеть: практическим умением анализировать полученные результаты	
ПК-3	способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач проектной и производственно-технологической деятельности	Знать методы разработки и анализа для построения математической модели той или иной задачи проектной и производственно-технологической деятельности. Уметь понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач. Владеть методами моделирования естественнонаучных задач.	Контрольные работы, экзамен

7.2. Типовые контрольные задания

Контрольная работа № 1

1. Система S– группа самолетов, участвующих в воздушном бою. Пусть x – количество «красных» самолетов, y – количество «синих» самолетов. К моменту времени t_0 количество сохранившихся (не сбитых) самолетов соответственно– x_0 , y_0 . Найти вероятность того, что в момент времени $(t_0 + \tau)$ численный перевес будет на стороне «красных».
2. Технологическая система состоит из одного станка. На станок поступают заявки на изготовление деталей в среднем через 0,5 часа ($\bar{\mu}_1 = 0,5\lambda$). Среднее время изготовления одной детали равно $\bar{t}_{из} = 0,6\lambda$. Если при поступлении заявки на изготовление детали станок занят, то она (деталь) направляется на другой станок. Найти абсолютную и относительную пропускную способности системы и вероятность отказа

по изготовлению детали.

3. Контрольная работа № 2

1. В системе имеется n – каналов, на которые поступает поток заявок с интенсивностью λ . Поток обслуживаний имеет интенсивность μ . Заявка, заставшая систему занятой, сразу же покидает ее. Найти: абсолютную и относительную пропускную способность СМО; вероятность того, что заявка, пришедшая в момент времени t , получит отказ; среднее число заявок, обслуживаемых одновременно (или, другими словами, среднее число занятых каналов).
2. Пусть

$$\frac{\lambda}{\mu} = 1, P_{\text{отр}} \leq 0,03 (\text{м.в.} \leq 3\%)$$

Целевая функция (затраты на СМО) запишется:

$$y = cx \rightarrow \min$$

где $c = \text{const}$. Найти $x_{\text{опт}}$.

Вопросы к зачету:

1. Задачи теории массового обслуживания.
2. Основы теории массового обслуживания.
3. Понятие случайного процесса.
4. Классификация систем массового обслуживания.
5. Математические модели простейших систем массового обслуживания.
6. Одноканальная СМО с отказами.
7. Задачи оптимизации n – канальных СМО с отказами.
8. Задача Эрланга.
9. Абсолютная пропускная способность.
10. Возможные постановки задач оптимизации n – канальных СМО с отказами
11. Сетевые модели (N-схемы). Сети Петри.
12. Графы сетей Петри.
13. Маркировка сетей Петри.
14. Сети Петри для моделирования систем: способы реализации.

- 15.Обобщенные модели (А-схемы).
- 16.Структура агрегативной системы.
- 17.Метод статистического моделирования
- 18.Концептуальные модели.
- 19.Алгоритмизация моделей.
- 20.Примеры статистического моделирования.
- 21.Метод серединных квадратов.
- 22.Моделирование случайных воздействий.
- 23.Моделирование случайных событий.
- 24.Моделирование Марковских цепей.
- 25.Моделирование дискретных случайных величин.
- 26.Моделирование непрерывных случайных величин.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 30 % и промежуточного контроля – 70 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 10 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 30 баллов,
- письменная контрольная работа - 40 баллов,

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а)основная литература:

1. Зариковская Н.В. Математическое моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Зариковская. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 168 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72124.html> (дата обращения 13.06.2018).
2. Моделирование систем. Подходы и методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Волкова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013. — 568 с. — 978-5-7422-4220-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43957.html> (дата обращения 13.06.2018).

3. Микони С. В. Основы системного анализа: учеб, пособие / С. В. Микони, В. А. Ходаковский. СПб.: Изд-во СГУПС, 2011. С. 47–48.
4. Волкова В. Н., Козлов В. Н. Моделирование систем и процессов. М., 2014. 590 с.

б) дополнительная литература

1. Салмина Н.Ю. Моделирование систем. Часть I [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ю. Салмина. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013. — 118 с. — 978-5-4332-0146-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72137.html> (дата обращения 13.06.2018).
2. Салмина Н.Ю. Моделирование систем. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ю. Салмина. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013. — 114 с. — 978-5-4332-0147-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72138.html> (дата обращения 13.06.2018).
3. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. М., 2013. 192 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Федеральный портал российское образование <http://edu.ru>;
2. Электронные каталоги Научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru/?q=node/256>;
3. Образовательные ресурсы сети Интернет <http://catalog.iot.ru/index.php>;
4. Электронная библиотека <http://elib.kuzstu.ru>.
5. RusakovAM.ru.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Для успешного освоения курса студентам рекомендуется проводить самостоятельный разбор материалов семинарских занятий в течении семестра. В случае затруднений в понимании и освоении каких-либо тем решать дополнительные задания из учебных пособий, рекомендуемых к данному курсу.

Рекомендуется самостоятельно повторять материал, пройденный во время лекций с подробным разбором доказательств теорем.

При изучении дисциплины рекомендуется рейтинговая технология обучения, которая позволяет реализовать комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Текущие оценки усредняются на протяжении семестра при изучении модулей. Комплексность означает учет всех форм учебной и творческой работы студента в течение семестра.

Рейтинг направлен на повышение ритмичности и эффективности самостоятельной работы студентов. Он основывается на широком использовании тестов и заинтересованности каждого студента в получении более высокой оценки знаний по дисциплине.

Принципы рейтинга: непрерывный контроль (в идеале на каждом из аудиторных занятий) и получение более высокой оценки за работу, выполненную в срок. При проведении практических занятий необходимо предусматривать широкое использование активных и интерактивных форм (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр).

Рейтинг включает в себя два вида контроля: текущий, промежуточный и итоговый по дисциплине.

Текущий контроль (ТК) - основная часть рейтинговой системы, основанная на беглом опросе раз в неделю или в две недели. Формы: тестовые оценки в ходе практических занятий, оценки за выполнение индивидуальных заданий и лабораторных работ. Важнейшей

формой ТК, позволяющей опросить всех студентов на одном занятии являются короткие тесты из 2-3 тестовых заданий.

Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

Лекционные занятия желательно проводить в режиме презентаций с демонстрацией применения основных методов анализа и синтеза. Это существенно улучшает динамику лекций.

Целесообразно обеспечивать студентов на 1-2 лекции вперед раздаточным материалом в электронном виде (сложные схемы, графики, аналитические исследования и опорный конспект). Основное время лекции лучше тратить на подробные аналитические комментарии и особенности применения рассматриваемого материала в профессиональной деятельности студента.

Практические занятия следует проводить, используя профессиональные программы.

Лабораторный практикум проводится фронтальным методом в классах, оборудованных лабораторными стендами для исследования электрических цепей. Так как используется компьютерное моделирование, то следует проводить занятия в компьютерном классе либо самостоятельно на домашнем компьютере. При этом и коллоквиум, и защита результатов исследований проводятся по традиционной методике в классе.

Промежуточный контроль (ПК) - это проверка знаний студентов по разделу программы. Формы: тест из 7–10 заданий. Тестирование проводится в компьютерных классах в часы самостоятельной работы студентов по заранее составленному расписанию.

Цель ПК: побудить студентов отчитаться за усвоение раздела дисциплины накопительным образом, т.е. сначала за первый, затем за второй, затем за третий разделы каждого семестра.

Итоговый контроль по дисциплине (ИКД) - это проверка уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр. Формы контроля: экзамен в 4 и 5-ом семестрах. Цель итогового контроля: проверка базовых знаний по дисциплине, полученных при изучении всех модулей семестра.

ИКД в 5 семестре является выходным контролем по дисциплине, после которого можно рассчитывать на то, что процесс обучения по дисциплине завершен и в дальнейшем студент может сам при необходимости совершенствовать свои знания.

Распределение объемов различного вида контролей можно проиллюстрировать следующими цифрами на примере семестра: текущий контроль – 15 условных баллов; промежуточный контроль - 35 условных баллов; итоговый контроль - 50 условных баллов. Вся дисциплина оценивается в 100 условных баллов, если вся дисциплина оценивается цифрой, отличной от 100 баллов, то под условным баллом следует понимать процент от максимального числа баллов.

При этом действует следующая система перевода рейтинговых (условных) баллов в обычную шкалу оценок: “Отлично” (5) - 86–100 условных баллов; “Хорошо” (4) - 66–85 условных баллов; “Удовлетворительно” (3) - 51–65 условных баллов; “Неудовлетворительно” (2) - < 51 условных баллов.

Приведенные цифры говорят о том, что на любой стадии обучение студента можно считать удовлетворительным, если он набирает не менее 51 условных баллов. Так, например, набрав в ходе ТК и ПК 51 баллов, студент гарантирует себе оценку “удовлетворительно”.

Примеры оценочных средств (тестовых заданий) для текущего промежуточного и выходного контроля успеваемости по дисциплине:

Первый уровень сложности тестовых заданий (ТЗ) соответствует удовлетворительному владению предметом. Он представляет минимум базовых знаний,

необходимых для дальнейшего обучения в университете и включает в себя знания - копии ключевых понятий и формул. Проверке этого уровня посвящены простейшие тестовые задания с нормой трудности в 1 балл.

Второй уровень ТЗ соответствует хорошим знаниям и предполагает глубокое понимание понятий и формул, умения их преобразовывать и интерпретировать.

Проверке второго уровня посвящены тестовые задания повышенной трудности, с нормой трудности в 2 балла.

Третий уровень ТЗ соответствует отличным знаниям и предполагает навыки по использованию ключевых понятий и формул в стандартных, а иногда и в не стандартных ситуациях. Проверке третьего уровня посвящены наиболее трудные задания, с нормой трудности в 3 балла.

Задания каждого уровня снабжены соответствующими обозначениями. Это позволяет адаптивно строить усвоение программы дисциплины, когда каждый студент по мере усвоения курса на более низком уровне будет пробовать себя на более высоком уровне.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: пакеты для решения задач математического программирования: Mathcad.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Учебные аудитории для проведения семинарских занятий.