

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
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, 2017

Программа «Методы математического и информационного моделирования сложных систем и процессов» составлена в 2017 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

Программа практики одобрена:

на заседании кафедры математического анализа от «25» января 2017 г., протокол № 5.
Зав. кафедрой *И. А. Назаралиев* Назаралиев М.А.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «17» февраля 2017 г., протокол № 4.
Председатель *Меджидов* Меджидов З.Г.

Программа практики согласована с учебно-методическим управлением

« *14* » *04* 2017 г. *И. А.*

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы математического и информационного моделирования сложных систем и процессов» входит в *вариативную* часть и является о дисциплиной по выбору образовательной программы 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 базовыми математическими моделями и освоением численных методов решения классических экстремальных задач, а также знакомством с современными направлениями развития методов оптимизации.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных-ОК-2; общепрофессиональных – ОПК-3; профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5.

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						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	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 ООП бакалавриата

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) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-2	готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	Знать: предусмотренный программой материал по предмету на достаточно хорошем уровне Уметь: использовать пройденный материал для самостоятельного освоения последующих разделов в целях повышения своей квалификации. Владеть: основными методами моделирования для приложения к прикладным задачам естествознания.
ОПК-3	способностью использовать и применять углубленные теоретические и практические знания в области фундаментальной информатики	Знать фундаментальные понятия, определения в области прикладной математики информатики. Уметь самостоятельно решать типичные задачи из курсов теория

	и информационных технологий	вероятностей и математическая статистика, численные методы, исследование операций. Владеть: указанными понятиями, методами и правилами решения задач прикладной математики.
ПК-1	способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	Знать: методы разработки и применения алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения. Уметь: применять методы разработки и применения алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения. Владеть: навыками разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.
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	Знать: проблемы реализации вычислительного эксперимента, основы математического моделирования прикладных задач Уметь: строить оптимальные алгоритмы решения возникающих задач; 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.
ПК-5	способностью управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта	Знать: математические методы разработки и оптимизации научно-прикладных проектов. Уметь планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски и управлять

		командой проектов. Владеть: навыками прогнозирования и оптимизации научно-прикладных проектов.
--	--	---

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)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические	Сам. раб.	Подг. к экз.	Общ. гр	
Модуль 1. Математические методы моделирования информационных процессов и систем					8	28		36	
1	Задачи теории массового обслуживания	В	1		2	6		8	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование, проверка групп журнала
2	Задачи оптимизации n – канальных СМО с отказами.	В	2		2	6		8	
3	Сетевые модели (N-схемы). Сети Петри.	В	3		2	8		10	
4	Обобщенные модели (A-схемы).	В	4		2	8		10	Контрольная работа
Модуль 2. Формализация и алгоритмизация информационных процессов					6	30		36	
5	Метод статистического	В	5		2	10		12	

	моделирования.								
6	Метод серединных квадратов.	В	6		2	10		12	
7	Моделирование случайных воздействий.	В	7		2	10		12	
ИТОГО:					14	58		72	Зачет

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

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, 7.3 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 7.3 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.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-2	Знать: предусмотренный программой материал по предмету на достаточно хорошем уровне Уметь: использовать пройденный материал для самостоятельного освоения последующих разделов в целях повышения своей квалификации. Владеть: основными методами моделирования для приложения к прикладным задачам естествознания.	Контрольные работы, зачет

ОПК-3	<p>Знать фундаментальные понятия, определения в области прикладной математики информатики.</p> <p>Уметь самостоятельно решать типичные задачи из курсов теория вероятностей и математическая статистика, численные методы, исследование операций.</p> <p>Владеть: указанными понятиями, методами и правилами решения задач прикладной математики.</p>	Контрольные работы, зачет
ПК-1	<p>Знать: методы разработки и применения алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.</p> <p>Уметь: применять методы разработки и применения алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.</p> <p>Владеть: навыками разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.</p>	Контрольные работы, зачет
ПК-2	<p>Знать: проблемы реализации вычислительного эксперимента, основы математического моделирования прикладных задач</p> <p>Уметь: строить оптимальные алгоритмы решения возникающих задач; ясно излагать свои результаты перед научным коллективом.</p> <p>Владеть: практическим умением анализировать полученные результаты</p>	Контрольные работы, зачет
ПК-3	<p>Знать: методы разработки и анализа для построения математической модели той или иной задачи проектной и производственно-технологической деятельности.</p> <p>Уметь: понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач.</p> <p>Владеть методами моделирования естественнонаучных задач.</p>	Контрольные работы, зачет
ПК-5	<p>Знать: математические методы разработки и оптимизации научно-прикладных проектов.</p> <p>Уметь планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски и управлять командой проектов.</p> <p>Владеть: навыками прогнозирования и оптимизации научно-прикладных проектов.</p>	Контрольные работы, зачет

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения»

Уровень	Показатели: что обучающийся должен продемонстрировать	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Продвинутый	Владеть: основными методами моделирования для приложения к прикладным задачам естествознания	Слабо владеет навыками поиска управленческих решений	Владеет технологиями сбора и обработки информации для решения различных задач в нестандартных ситуациях.	Владеет навыками дискуссии по профессиональной тематике, использует современные информационные методы сбора и анализа данных.

ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью использовать и применять углубленные теоретические и практические знания в области фундаментальной информатики и информационных технологий»

Уровень	Показатели: что обучающийся должен продемонстрировать	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Продвинутый	Владеть: указанными понятиями, методами и правилами решения задач прикладной математики.	Демонстрирует небольшие навыки владения методами решения задач прикладной математики и информатики	Владеет методами и навыками решения задач прикладной математики и информатики	Владеет различными методами и правилами решения задач прикладной математики и средствами программного обеспечения.

ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива»

Уровень	Показатели: что обучающийся должен продемонстрировать	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Продвинутый	Владеть: навыками	Владеет	Владеет	Владеет методами

нутый	разработки алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.	отдельными методами моделирования естественно-научных задач	различными методами моделирования естественно-научных задач	моделирования естественно-научных задач и способностью получать новые результаты прикладных задач
-------	---	---	---	---

ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «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»

Уровень	Показатели: что обучающийся должен продемонстрировать	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Продвинутый	Владеть: практическим умением анализировать полученные результаты	Демонстрирует небольшие навыки владения методами решения задач прикладной математики	Владеет методами и навыками решения задач прикладной математики	Владеет различными методами и правилами решения задач прикладной математики и средствами программного обеспечения.

ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач проектной и производственно-технологической деятельности»

Уровень	Показатели: что обучающийся должен продемонстрировать	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Продвинутый	Владеть методами моделирования естественнонаучных	Не владеет в полной мере методами и неуверенно отвечает	Владеет интернет технологиями	Хорошо владеет современными информационными

	задач.	на вопросы по использованию современных ППП для решения поставленной задачи.	сбора и обработки информации.	методами сбора и анализа данных.
--	--------	--	-------------------------------	----------------------------------

ПК-5

хема оценки уровня формирования компетенции «способностью управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта»

Уровень	Показатели: что обучающийся должен продемонстрировать	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Продвинутый	Владеть: навыками прогнозирования и оптимизации научно-прикладных проектов.	Не владеет в полной мере методами и неуверенно отвечает на вопросы по использованию современных ППП для решения поставленной задачи.	Владеет интернет технологиями сбора и обработки информации.	Хорошо владеет современными информационными методами сбора и анализа данных.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. 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 ($\bar{t}_3 = 0,5ч$). Среднее время изготовления одной детали равно $\bar{t}_{от} = 0,6ч$. 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.

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 словам, среднее число занятых каналов).
2. Пусть

$$\frac{\lambda}{\mu} = 1, P_{отк} \leq 0,03 (\text{т.е.} \leq 3\%)$$

Целевая функция (затраты на СМО) запишется:

$$y = c_n \rightarrow \min$$

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.

7.4. 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:

- письменная контрольная работа - 70 баллов,

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

а) основная литература:

1. Микони С. В. Основы системного анализа: учеб, пособие / С. В. Микони, В. А. Ходаковский. СПб.: Изд-во СГУПС, 2011. С. 47–48.

2. Волкова В. Н., Козлов В. Н. Моделирование систем и процессов. М., 2014. 590 с.
3. Назаралиев М.А. Статистическое моделирование радиационных процессов в атмосфере. Новосибирск, Наука, 1991 г.

б) дополнительная литература

1. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. М., 2013. 192 с.
2. Ширяев А.Н. Вероятность. Т.1,2.-М.: МЦНМО, 2004 г.

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.

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.