

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»  
(ФИЦ КНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник управления аспирантуры и магистратуры  
ФИЦ КНЦ РАН  
к.г.-м.н., доцент И.В. Чикирёв



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**По дисциплине** Б1.О.08 Математическое и компьютерное моделирование  
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

**для направления подготовки (специальности)** 09.04.02 Информационные системы и технологии  
код и наименование направления подготовки (специальности)

**направленность программы (профиль)** Информационные системы предприятий и учреждений  
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

**Квалификация выпускника, уровень подготовки**  
Магистр

(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

**Апатиты**

**2020**

**Лист согласования**

1 Разработчик:

доцент  
должность

УАиМ

  
подпись

С.Н. Малыгина  
И.О. Фамилия

2 Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии управления аспирантуры и магистратуры 29 июня 2020 г., протокол № 02.

Председатель УМК УАиМ

29.06.2020  
дата

  
подпись

Л.Д. Кириллова  
И.О.Фамилия

## Лист переутверждения

Рабочая программа переутверждена на 2021/2022 учебный год без изменений и дополнений.

Председатель УМК УАиМ  Л.Д. Кириллова

Основание: протокол № 2 от «29» июня 2021 г.

Рабочая программа переутверждена на \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ учебный год без изменений и дополнений.

Председатель УМК УАиМ \_\_\_\_\_ Л.Д. Кириллова

Основание: протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г

Рабочая программа переутверждена на \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ учебный год без изменений и дополнений.

Председатель УМК УАиМ \_\_\_\_\_ Л.Д. Кириллова

Основание: протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г

Рабочая программа переутверждена на \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ учебный год без изменений и дополнений.

Председатель УМК УАиМ \_\_\_\_\_ Л.Д. Кириллова

Основание: протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г

Рабочая программа переутверждена на \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ учебный год без изменений и дополнений.

Председатель УМК УАиМ \_\_\_\_\_ Л.Д. Кириллова

Основание: протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г

**Лист изменений, вносимых в РП\* по дисциплине «Математическое и компьютерное моделирование»**

В рабочую программу вносятся следующие изменения и дополнения:

1. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Дополнения и изменения внесены и одобрены на заседании учебно-методической комиссии управления аспирантуры и магистратуры ФИЦ КНЦ РАН

от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.

Председатель УМК УАиМ \_\_\_\_\_ Л.Д. Кириллова

---

\* Изменения, вносимые в РП – действия по изменению тематики и перечня лабораторных, практических работ, форм текущего и промежуточного контроля. В случае внесения изменений в РП в части количества часов, РП должна переутверждаться полностью. Лист изменений включается в структуру РП.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
Б1	Дисциплины (модули)	
Б1.О	Обязательная часть	
Б1.О.08	Математическое и компьютерное моделирование	<p style="text-align: center;"><b>Цель дисциплины:</b> формирование у обучающихся целостного представления об использовании математического моделирования, реализуемого с помощью современных информационных технологий, в научных исследованиях, существующих подходах к построению математических моделей объектов исследования и инструментальных средствах компьютерной реализации моделирования.</p> <p style="text-align: center;"><b>Задачи дисциплины:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– закрепление знаний о принципах и методах математического моделирования;</li> <li>– освоение методик формальной постановки задач исследования и выбора адекватных задачам типов математических моделей;</li> <li>– изучение инструментальных средств компьютерного моделирования объектов исследования;</li> <li>– приобретение навыков самостоятельной разработки стратегии исследования, концептуального проектирования математических моделей и программно-аппаратной среды реализации моделирования;</li> <li>– освоение навыков создания компьютерных моделей в специализированных средах моделирования и проведения исследований средствами вычислительного эксперимента.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:</b></p> <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– общие принципы математического моделирования;</li> <li>– основные этапы математического моделирования;</li> <li>– типы математических моделей, их свойства и ограничения;</li> <li>– технологию организации и проведения компьютерного (вычислительного) эксперимента.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять постановку и формализацию задачи исследования;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– создавать математические модели объекта исследования;</li> <li>– планировать компьютерный эксперимент, разрабатывать и формировать исполнительную среду его реализации;</li> <li>– использовать проблемно-ориентированные пакеты компьютерного моделирования;</li> <li>– проводить анализ и интерпретацию результатов компьютерного моделирования.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами анализа объектов исследования и синтеза математических моделей;</li> <li>– навыками планирования вычислительных экспериментов в соответствии с задачами исследования;</li> <li>– навыками работы с инструментальными средами моделирования.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Содержание разделов дисциплины.</b></p> <p>Тема 1. Введение в математическое и компьютерное моделирование.  Основные понятия теории моделирования. Классификация моделей. Примеры математических моделей. Этапы математического моделирования. Типовые математические схемы.</p> <p>Тема 2. Моделирование с использованием имитационного подхода  Виды имитационного моделирования. Языки и инструментальные средства имитационного моделирования. Проблемы разработки имитационных моделей. Разработка моделей с помощью универсальных языков программирования. Метод системной динамики. Дискретно-событийное моделирование. Агентное моделирование</p> <p style="text-align: center;"><b>Реализуемые компетенции:</b>  ОПК-1  ОПК-7  <b>Формы отчетности</b>  Семестр 2 – экзамен</p>
--	--	---

## Пояснительная записка

1. **Рабочая программа** составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры по направлению подготовки 09.04.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом России от 19.09.2017 № 917.

2. **Цель дисциплины (модуля)** «Математическое и компьютерное моделирование» - формирование у обучающихся целостного представления об использовании математического моделирования, реализуемого с помощью современных информационных технологий, в научных исследованиях, существующих подходах к построению математических моделей объектов исследования и инструментальных средствах компьютерной реализации моделирования..

### **Задачи дисциплины:**

- закрепление знаний о принципах и методах математического моделирования;
- освоение методик формальной постановки задач исследования и выбора адекватных задачам типов математических моделей;
- изучение инструментальных средств компьютерного моделирования объектов исследования;
- приобретение навыков самостоятельной разработки стратегии исследования, концептуального проектирования математических моделей и программно-аппаратной среды реализации моделирования;
- освоение навыков создания компьютерных моделей в специализированных средах моделирования и проведения исследований средствами вычислительного эксперимента.

3. **Требования к уровню подготовки обучающегося** в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Математическое и компьютерное моделирование» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО 09.04.02 Информационные системы и технологии (уровень магистратуры), представленных в таблице 1.

**Таблица 1 – Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины «Математическое и компьютерное моделирование»**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции
1.	ОПК-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;
2.	ОПК-7	Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений;

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Математическое и компьютерное моделирование в научных исследованиях (по областям)».**

Результаты формирования компетенций и обучения представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Планируемые результаты обучения**

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	ОПК-1	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется частично	<p><b>ОПК-1.1 знать: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• общие принципы математического моделирования;</li> <li>• типы математических моделей, их свойства и ограничения;</li> <li>• методологию построения и формализации концептуальных описаний объектов и задач исследования;</li> <li>• методы модельного представления исследуемых объектов и процессов;</li> <li>• проблемно-ориентированные пакеты компьютерного моделирования</li> </ul> <p><b>ОПК-1.2 уметь: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять постановку и формализацию задачи исследования</li> <li>• осуществлять выбор адекватного метода математического моделирования;</li> <li>• осуществлять выбор и использовать проблемно-ориентированные пакеты компьютерного моделирования</li> </ul> <p><b>ОПК-1.3 иметь навыки: разработки оригинальных программных средств, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыки анализа объектов исследования и синтеза математических моделей;</li> <li>• навыки работы с инструментальными средами моделирования.</li> </ul>

2.	ОПК - 7	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется частично	<p><b>ОПК-7.1 знать: математические алгоритмы функционирования, принципы построения, модели хранения и обработки данных распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методологию разработки математических моделей</li> <li>• технологию организации и проведения компьютерного (вычислительного) эксперимента;</li> </ul> <p><b>ОПК-7.2 уметь: разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• создавать математические модели объекта исследования</li> <li>• планировать компьютерный эксперимент, разрабатывать и формировать исполнительную среду его реализации;</li> <li>• проводить анализ и интерпретацию результатов компьютерного моделирования;</li> </ul> <p><b>ОПК-7.3 иметь навыки: построения математических моделей для реализации успешного функционирования распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыки разработки и программной реализации математических моделей;</li> <li>• навыки планирования вычислительных экспериментов в соответствии с задачами исследования;</li> <li>• навыки публичного представления результатов исследования.</li> </ul>
----	---------	--	--

### 5. Место дисциплины (модуля) «Математическое и компьютерное моделирование» в структуре образовательной программе.

Дисциплина относится к Обязательным дисциплинам (Б1.О.08) Блока 1 – Дисциплины (Модули), и преподается во втором семестре.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо обучающимся для изучения данной дисциплины

«Технологии обработки научно-технической информации», «Современные технологии программирования», «Системный анализ и теория систем».

Наименование дисциплин, изучение которых опирается на данную дисциплину.  
«Научно-исследовательская работа в семестре».

### 6. Структура учебной дисциплины (модуля)

#### Таблица 3 – Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часов

Виды учебной нагрузки, часов	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения
------------------------------	--

	Очная			Всего Часов
	Номер семестра обучения			
	1	2	3	
Лекции		8	-	8
Практические занятия		28	-	28
Лабораторные работы		-	-	-
Самостоятельная работа		108	-	108
Подготовка и сдача экзамена		36	-	36
Всего часов по дисциплине		180	-	180

Формы промежуточного и текущего контроля

Экзамен	-	+	-	+
Зачет / зачет с оценкой	-	-	-	-
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-
Количество РГЗ	-	-	-	-
Количество контрольных работ	-	1	-	1
Количество рефератов	-	-	-	-
Количество эссе	-	-	-	-

## 7. Содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 4 – Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работ

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения		
		Очная форма		
		Объем работы в часах		
		Лекции	Практ.	Самост.
1.	<p><b>Тема 1. Введение в математическое и компьютерное моделирование.</b></p> <p>Основные понятия теории моделирования. Классификация моделей. Примеры математических моделей. Этапы математического моделирования. Типовые математические схемы.</p>	4	-	26

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения		
		Очная форма		
		Объем работы в часах		
		Лекции	Практ.	Самост.
2.	<p><b>Тема 2. Моделирование с использованием имитационного подхода</b></p> <p>Виды имитационного моделирования. Языки и инструментальные средства имитационного моделирования. Проблемы разработки имитационных моделей. Разработка моделей с помощью универсальных языков программирования. Метод системной динамики. Дискретно-событийное моделирование. Агентное моделирование.</p>	4	28	72
	<b>ИТОГО:</b>	<b>8</b>	<b>28</b>	<b>108</b>

**Таблица 5 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы контроля
	Л	ЛР	ПЗ	КР/КП	Р	К/Р	Э	СРС	
ОПК -1	+	-	+	-/-	-	+	-	+	Доклад, групповая дискуссия, групповой проект, практические работы, контрольная работа
ОПК – 7	+	-	+	-/-	-	+	-	+	Доклад, групповая дискуссия, групповой проект, практические работы, контрольная работа

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПЗ – практические занятия, КР/КП – курсовая работа (проект), Р – реферат, К/Р – контрольная работа, Э – эссе, СРС – самостоятельная работа студентов.

**Таблица 6 - Перечень лабораторных работ**

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Количество часов	Наименование темы по табл. 4

Не предусмотрены		
------------------	--	--

**Таблица 7 - Перечень практических работ**

№ п/п	Наименование практических работ	Количество часов	Наименование темы по табл. 4
1	Разработка моделей с помощью универсальных языков программирования	<b>8</b>	2
2	Дискретно-событийное моделирование	<b>8</b>	2
3	Разработка системно-динамической модели	<b>12</b>	2
<i><b>Итого часов</b></i>		<b>28</b>	

### **8. Перечень примерных тем курсовой работы (проекта)**

Не предусмотрены.

### **9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся приводится в Методических указаниях к самостоятельной работе по дисциплине «Математическое и компьютерное моделирование».

### **10. Фонд оценочных средств (ФОС)**

ФОС входит в состав образовательной программы в качестве самостоятельного документа.

### **11. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Основная литература:**

1. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / ред. П.В. Трусова. - Москва : Логос, 2004. - 439 с. - ISBN 5-94010-272-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84691>
2. Губина, Т.Н. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Компьютерное моделирование»: учебное пособие / Т.Н. Губина, И.Н. Тарова ; Министерство образования Российской Федерации, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. - Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2004. - 155 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272142>

#### **Дополнительная литература:**

3. Губарь, Ю.В. Введение в математическое моделирование / Ю.В. Губарь ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 153 с. : табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233992>
4. Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в AnyLogic и GPSS World / В.Д. Боев. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет

«ИНТУИТ», 2016. - 543 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428951>

5. Галушкин, Н.Е. Высокоуровневые методы программирования: язык программирования MatLab : учебник / Н.Е. Галушкин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет», Филиал ЮФУ в г. Новошахтинске. - Ростов : Издательство Южного федерального университета, 2011. - Ч. 1. - 182 с. : ил.,табл. - ISBN 978-5-9275-0810-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241037>

**12. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://biblioclub.ru> – электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн".
2. [http:// www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) – электронно-библиотечная система «Электронная библиотека технического ВУЗа».
3. [http:// elibrary.ru](http://elibrary.ru)

**13. Перечень информационных технологий и лицензионного программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Операционная система 'Windows 10', - лицензия: Win Pro 10 32-bit/64-bit All Lng PK Lic Online DwnLd NR; пакет офисного ПО 'Microsoft Office Pro 2007', - лицензия: Office Professional Plus 2007 License: 43364231; антивирусный пакет 'Kaspersky', - лицензия: номер лицензии: 0E26-201116-120400-323-2233; пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений 'MatLab R2013b', - лицензия MatLab R2013b; инструмент параллельной обработки данных 'Matlab R2013b Parallel Computing Tools', - лицензия Matlab R2013b Parallel Computing Tools; программное обеспечение для имитационного моделирования 'AnyLogic 7', - лицензия: AnyLogic 7 Educational, Order 2766-4076-6647-0706.

**14. Таблица 8 - Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лекционные аудитории и аудитории для практических занятий.	Мультимедийный проектор BenQ SP890, переносной ноутбук Lenovo 4240-3EG, переносной экран для воспроизведения изображения, ПЭВМ Intel Core i5-3450 CPU 3.2 ГГц ОЗУ 8 Гб DDR3 с ЖК-монитором 19”.

**15. Таблица 9 – Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация – экзамен)**

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1	2	3	4	5
1.	Доклад	8	10	2-я неделя

2.	Групповая дискуссия	8	10	2-я неделя
3.	Групповой проект	8	10	4-я неделя
4.	Практическая работа 1	8	10	7-я неделя
5.	Практическая работа 2	8	10	10-я неделя
6.	Практическая работа 3	8	10	13-я неделя
7.	Контрольная работа	6	10	14-я неделя
8.	Посещение занятий	6	10	Свыше 75% посещенных занятий – 10, от 75 до 50% - 6, менее 50% - 0
<b>Итого за работу в семестре:</b>		<b>60</b>	<b>80</b>	60 баллов и более – допуск к экзамену
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>				
	Экзамен	10	20	Экзаменационная сессия <i>Оценка «5» - 20 баллов; Оценка «4» - 15 баллов; Оценка «3» - 10 баллов.</i>
	<b>Итоговые баллы по дисциплине</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	69 и менее баллов – «неудовлетворительно»; 70-80 – «удовлетворительно»; 81-90 – «хорошо»; 91-100 – «отлично».

### 16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа обучающегося предполагает работу с учебной и научной литературой. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, решения задач и выполнения практических работ.

При изучении дисциплины обучающиеся:

- изучают рекомендованную учебную и научно-практическую и литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания к самостоятельной работе.

В учебном процессе, помимо чтения лекций и аудиторных занятий, используются активные и интерактивные формы (разбор конкретных ситуаций, выполнение практических работ, обсуждение отдельных разделов дисциплины, консультации). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Качество учебной работы обучающихся оценивается в соответствии с фондом оценочных средств и технологической картой дисциплины.

### **17. Обеспечение образования для инвалидов и лиц с ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.