

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

факультета компьютерных технологий

(наименование факультета)

Я.Ю. Григорьев

(подпись, ФИО)

«29» 05 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Математическое и имитационное моделирование**

Направление подготовки	<i>09.03.03 "Прикладная информатика"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Прикладная информатика в экономике</i>
Квалификация выпускника	<i>бакалавр</i>
Год начала подготовки (по учебному плану)	<i>2020</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
<i>3</i>	<i>5, 6</i>	<i>7</i>

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Зачет с оценкой, Экзамен</i>	<i>Кафедра МОПЭВМ - Математическое обеспечение и применение ЭВМ</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент, кандидат технич. наук  
(должность, степень, ученое звание)

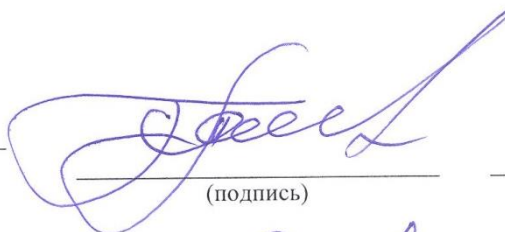


(подпись)

А.В. Инзарцев  
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
МОП ЭВМ  
(наименование кафедры)



(подпись)

В.А.Тихомиров  
(ФИО)

Заведующий выпускающей  
кафедрой<sup>1</sup>  
(наименование кафедры)



(подпись)

(ФИО)

<sup>1</sup> Согласовывается, если РПД разработана не на выпускающей кафедре.

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Информационные технологии» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 922 от 19.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Прикладная информатика в экономике» по направлению 09.03.03 "Прикладная информатика".

Задачи дисциплины	Получение знаний о методах математического и имитационного моделирования для проведения анализа социально-экономические задач и процессов. Выработка и закрепление умения решать профессиональные задачи с использованием моделей систем массового обслуживания и методов дискретно-событийного моделирования. Приобретение навыков анализа социально-экономических задач с использованием методов имитационного моделирования.
Основные разделы / темы дисциплины	Основы моделирования. Статистический метод моделирования. Моделирование случайных событий, Элементы теории систем массового обслуживания (СМО). Инструменты имитационного моделирования.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Статистический анализ данных» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследова-	Знать: - принципы создания программ для решения прикладных задач с использованием модели систем массового обслуживания - принципы создания программ для решения задач с использованием методов имитационного моделирования. Уметь: - создавать программы для решения профессиональных задач методами имитационного моделирования; - программировать среду ими-

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	ния объектов профессиональной деятельности	<p>тационного моделирования для решения профессиональных задач.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками создания программ для решения прикладных задач методами имитационного моделирования;</li> <li>- навыки программирования в среде имитационного моделирования.</li> </ul>
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;	<p>ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования</p> <p>ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий</p> <p>ОПК-6.3 Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы оценки и прогноза состояния экономических и технических объектов с использованием математических моделей</li> <li>- методы моделирования состояния экономических и технических объектов.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать модели дискретно-событийного моделирования и модели систем массового обслуживания для решения прикладных задач.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием модели систем массового обслуживания</li> <li>- навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием методов имитационного моделирования.</li> </ul>

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое и имитационное моделирование» изучается на 3 курсе(ах) в 5,6 семестре(ах).

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: информационные технологии, линейная алгебра и аналитическая геометрия; экономика и организация предприятия; математический анализ, концепция современного естествознания, дискретная математика; теория систем и системный

анализ; теория вероятностей и математическая статистика.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Математическое и имитационное моделирование», будут востребованы при прохождении производственных практик и при изучении последующих дисциплин: технологии анализа данных, экономика программной инженерии, выполнении и защиты выпускной квалификационной работы.

Входной контроль не проводится.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

<b>Объем дисциплины</b>	<b>Всего академических часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	252
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	96
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	48
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	48
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	120
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой, Экзамен	36

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Основы моделирования. Формальные модели объектов (динамические, статические модели). Основные подходы при построении математических моделей процессов	4	-	-	4
Статистический метод моделирования. Моде-	16	-	16	20

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
лирование случайных событий. Использование метода Монте-Карло при исследовании систем со случайными параметрами. Моделирование случайных событий: простого события; полной группы несовместных событий; дискретной случайной величины; непрерывных случайных величин; случайных величин с показательным распределением; равномерным распределением на произвольном интервале (a,b); нормальным распределением; с усеченным нормальным распределением. Моделирование потоков событий. Ординарные, регулярные, стационарные, потоки с последствием. Модельное время. Пуассоновские потоки, неординарные потоки, нестационарные, потоки с последствием.				
Теория систем массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. Понятие марковского процесса. Уравнения Колмогорова. Модели процессов гибели и размножения. Показатели эффективности работы систем массового обслуживания: (одноканальные и многоканальные системы с отказами, , одноканальные системы и многоканальные системы с ограниченной очередью, с неограниченной очередью, многоканальные системы с ограниченной очередью, с неограниченной очередью.	12	-	16	36
Инструменты имитационного моделирования: назначение языков и систем моделирования, классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики, технологические возможности современных симуляторов. Высокотехнологичные симуляторы нового поколения и их инструментальные возможности. Основные элементы дискретно-событийного (процессного) подхода к моделированию. Прикладные аспекты имитационного моделирования: основные элементы моделей пешеходного моделирования, системной динамики, агентный подход.	16		16	60

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>48</b>		<b>48</b>	<b>120</b>

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	38
Подготовка к занятиям семинарского типа	42
Подготовка и оформление РГР РГР	40
	120

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1 Основная литература

1 Безруков А. И, Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 227 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php#>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Токорев К.Е, Имитационное моделирование экономических процессов: учебное пособие / Токарев К.Е. - Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. – 88 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php#>, ограниченный. – Загл. с экрана.

### 8.2 Дополнительная литература



3 Воротникова, О.М. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебное пособие. /О.М. Воротникова – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2004. – 110 с. // Виртуальная библиотека института новых информационных технологий: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.initkms.ru/library/main>, свободный. – Загл. с экрана.

4 Лычкина Н.Н, Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 254 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php#>, ограниченный. – Загл. с экрана.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1 Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» /сост. А.В. Еськова. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ». 2016.– 8 с.

2 Статистическое моделирование бросания монет. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

3 Статистическое моделирование случайных событий. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» /сост. А.В. Инзарцев.

4 Задачи управления ресурсами. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

5 Моделирование потоков событий. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

6 Моделирование одноканальной системы массового обслуживания с отказами. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

7 Показатели эффективности систем массового обслуживания. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

8 Анализ потоков событий. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

9 Моделирование многоканальной системы массового обслуживания с отказами. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

10 Статистическая обработка результатов моделирования. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Математическое и имитационное моделирование» по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика».

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.

3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 91272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

4 Информационно-справочные системы «Кодекс»/ «Техэксперт». Соглашение о сотрудничестве № 25/19 от 31 мая 2019 г.

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

Официальный Интернет-сайт компании The AnyLogic Company, 2009-2018. – Режим доступа: <https://www.anylogic.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Office Professional Plus - Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian	лицензионный сертификат 47019898, MSDN Product Key/академическая / бессрочная

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
с выходом в интернет +локальное соединение	Компьютерный класс (медиа).	Проектор, персональный ЭВМ с процессором, с установленным ПО

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

#### Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

- Технические средства реализации информационных процессов.
- Программные средства реализации информационных процессов.
- Локальные и глобальные сети ЭВМ.
- Основы информационной безопасности.
- Современные информационные технологии.

#### Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используются компьютерные аудитории.

#### Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 312/5 корпус № 5).

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ<sup>1</sup>**  
**по дисциплине**

**Математическое и имитационное моделирование**

Направление подготовки	<i>09.03.03 "Прикладная информатика"</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Прикладная информатика в экономике</i>
Квалификация выпускника	<i>бакалавр</i>
Год начала подготовки <i>(по учебному плану)</i>	<i>2020</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Технология обучения	<i>традиционная</i>

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
<i>3</i>	<i>5, 6</i>	<i>7</i>

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
<i>Зачет с оценкой , Экзамен</i>	<i>Кафедра МОПЭВМ - Математическое обеспечение и применение ЭВМ</i>

<sup>1</sup> В данном приложении представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;</p>	<p>ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: - принципы создания программ для решения прикладных задач с использованием модели систем массового обслуживания - принципы создания программ для решения задач с использованием методов имитационного моделирования. Уметь: - создавать программы для решения профессиональных задач методами имитационного моделирования; - программировать среду имитационного моделирования для решения профессиональных задач. Владеть: - навыками создания программ для решения прикладных задач методами имитационного моделирования; - навыки программирования в среде имитационного моделирования.</p>
<p>ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;</p>	<p>ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информацион-</p>	<p>Знать: - методы оценки и прогноза состояния экономических и технических объектов с использованием математических моделей - методы моделирования состояния экономических и технических объектов. Уметь: - использовать модели дискретно-событийного моделирования и модели систем массового обслуживания для решения прикладных задач. Владеть:</p>

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	<p>ных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий</p> <p>ОПК-6.3</p> <p>Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий</p>	<p>- навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием модели систем массового обслуживания</p> <p>- навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием методов имитационного моделирования.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Основы моделирования	ОПК-6	Лабораторные работы	Знание методов моделирования состояния экономических и технических объектов, методов оценки и прогноза состояния экономических и технических объектов с использованием математических моделей
Статистический метод моделирования.		Лабораторные работы	Умение использовать модели дискретно-событийного моделирования и модели систем массового обслуживания для решения прикладных задач. Владение навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием модели систем массового обслуживания, навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием методов имитационного моделирования.
Теория систем массового обслуживания		Лабораторные работы	Умение использовать модели дискретно-событийного моделирования и модели систем массового обслуживания для



			<p>решения прикладных задач.</p> <p>Владение навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием модели систем массового обслуживания, навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием методов имитационного моделирования.</p>
		РГР	<p>Умение использовать модели дискретно-событийного моделирования для решения прикладных задач.</p> <p>Владение навыками анализа организационно-технических и экономических процессов с использованием модели систем массового обслуживания и методов имитационного моделирования.</p>
Инструменты имитационного моделирования	ОПК-1	Вопросы к экзамену	<p>Знание принципов создания программ для решения прикладных задач с использованием модели систем массового обслуживания, принципов создания программ для решения задач с использованием методов имитационного моделирования.</p>
		Лабораторные работы	<p>Умение создавать программы для решения профессиональных задач методами имитационного моделирования, программировать среду имитационного моделирования для решения профессиональных задач.</p> <p>Владение навыками создания программ для решения прикладных задач методами имитационного моделирования, программирования в среде имита-</p>

			ционного моделирования.
		РГР	Умение программировать среду имитационного моделирования для решения профессиональных задач. Владение навыками программирования в среде имитационного моделирования

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Зачёт с оценкой</i>			
Лабораторные работы	В течение трёх недель с даты выдачи	10 баллов (за каждую из 3 лабораторных работ)	- Выполнено без ошибок и в срок – 10 баллов; - Нарушены сроки сдачи – минус 1 балл; - Допущены погрешности принципиального характера – минус 1 балла; - Допущены незначительные ошибки, исправленные под руководством преподавателя – минус 2 балла.
Расчётно-графическая работа	В течение четырёх недель с даты выдачи	20 баллов	- Выполнено без ошибок и в срок – 55 баллов; - Нарушены сроки сдачи – минус 5 баллов; - Допущены погрешности принципиального характера – минус 8 баллов; - Допущены незначительные ошибки, исправленные под руководством преподавателя – минус 11 баллов.
ИТОГО:	-	50 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

Таблица 5.2 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>			
Лабораторные работы	В течение трёх недель с даты выдачи	10 баллов (за каждую из 6 лабораторных работ)	- Выполнено без ошибок и в срок – 10 баллов; - Нарушены сроки сдачи – минус 1 балл; - Допущены погрешности принципиального характера – минус 1 балла; - Допущены незначительные ошибки, исправленные под руководством преподавателя – минус 2 балла.
Расчётно-графическая работа	В течение четырёх недель с даты выдачи	30 баллов	- Выполнено без ошибок и в срок – 55 баллов; - Нарушены сроки сдачи – минус 5 баллов; - Допущены погрешности принципиального характера – минус 8 баллов; - Допущены незначительные ошибки, исправленные под руководством преподавателя – минус 11 баллов.
Текущий контроль:	Текущий контроль:	90 баллов	-
Экзамен:	Экзамен:	60 баллов	- Ответ на каждый из двух вопросов экзаменационного билета без ошибок – 30 баллов; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено не более двух неточностей или одной грубой ошибки – 24 балла; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено не более трех-четырех неточностей или двух грубых ошибок – 18 баллов; - В ответе на каждый из двух вопросов допущено более трёх ошибок – за ответ на данный вопрос баллы не насчитываются.
ИТОГО:	ИТОГО:	150 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

**3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

**3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

**Типовые задания для лабораторных работ**

**Тема: Статистический метод моделирования**

**Лабораторная работа «Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло»**

1) Найдите площадь криволинейной трапеции с использованием метода Монте-Карло. Границы интегрирования задайте самостоятельно. Сравните решение с использованием метода Монте-Карло с точным значением интеграла.

2) Определите методом Монте-Карло площадь пятиугольника. Координаты углов задайте самостоятельно.

**Тема: Статистический метод моделирования.**

**Лабораторная работа «Статистическое моделирование бросания монет»**

Разработать математическую модель и на её основе найти вероятность выпадения монеты орлом кверху при падении её с высоты случайным образом.

**Тема: Статистический метод моделирования.**

**Лабораторная работа «Статистическое моделирование случайных событий»**

Разработать математическую модель вытаскивания по одной карте из колоды. В колоде карты четырёх мастей по  $N$  карт каждой масти. Карты в колоду не возвращаются.

**Тема: Теория систем массового обслуживания.**

**Лабораторная работа «Моделирование потоков событий»**

1) Имеется поток изделий, приходящих на технологическую операцию. Изделия приходят случайным образом – в среднем  $M$  штук за сутки (интенсивность потока  $\lambda = M/24$  [ед/час]). Необходимо промоделировать этот процесс в течение  $T_n$  часов.

2) Имеется поток партий изделий, приходящих на технологическую операцию. Партии приходят случайным образом – в среднем  $M$  партий за сутки (интенсивность потока  $\lambda = M/24$  [ед/час]). При этом размер партии колеблется случайно по нормальному закону: средний размер партии  $P$  составляет  $n$  штук (математическое ожидание  $m_r = n$ ), среднее квадратическое отклонение количества деталей в партии составляет  $\sigma$ .

Дополните предыдущую модель (рисунки 1, 2) и промоделируйте описанный процесс в течение  $T_n$  часов.

3) Среднее количество за час машин скорой помощи, покидающих станцию по вызовам населения большого города, меняется в течение суток. Наибольшее количество вызовов падает на интервалы с 23 до 01 часа ночи и с 05 до 07 утра, в остальные часы интенсивность потока вызовов меньше.

4) Рассмотрим пример выхода из строя лампочек на опоре уличного освещения. Примем время наблюдения  $T_n = 100$  лет. Из паспортных данных на эти изделия известно, что среднее время работы изделия на отказ составляет 1,5 года; среднее квадратическое отклонение – 0,5 года.

Требуется создать программу, генерирующую поток Эрланга  $k$ -го порядка с заданными произвольными параметрами  $T_n$ ,  $M_k$ ,  $\sigma_k$ .

Работоспособность программы проверить на примере. Проверить на модели, как изменится поток заявок при уменьшении  $\sigma_k$  в 10 раз и в 50 раз.

**Тема: Теория систем массового обслуживания.**

**Лабораторная работа «Моделирование одноканальной системы массового обслуживания с отказами»**

Известно, что заявки на «горячую линию» поступают с интенсивностью  $\lambda$ , равной 90 заявок в час, а средняя продолжительность разговора по телефону  $t_{об} \sim 2$  мин. Определить показатели эффективности работы СМО («горячей линии») при наличии одного телефонного номера.

1) Используя уравнения Колмогорова, решить задачу в замкнутом виде в среде Mathcad.

2) Используя генератор случайных чисел разработать и реализовать математическую модель, имитирующую работу «горячей линии» в течение 10 суток, т.е. время наблюдения  $T_n=240$ . Найти показатели эффективности системы. Сравнить с результатами решения в замкнутом виде.

3) Построить график, иллюстрирующий возникновение событий в системе на интервале времени от 0 до 0,5 часа.

4) Как изменятся значения показателей эффективности «горячей линии» и вид графика, иллюстрирующего возникновение событий в системе, если время обслуживания заявок распределено не по показательному закону, а по закону нормального распределения с характеристиками  $t_{об} \sim 2$  мин (2/60 часа), среднее квадратическое отклонение  $\sigma = t_{об}/5$ .

**Тема: Инструменты имитационного моделирования.**

**Лабораторная работа «Моделирование многоканальной системы массового обслуживания с отказами»**

1) Используя генератор случайных чисел разработать и реализовать в математическую модель, имитирующую работу ВЦ в течение 100 суток, т.е. время наблюдения  $T_n=2400$ . Найти показатели эффективности системы.

3) Построить график, иллюстрирующий возникновение событий в системе на интервале времени от 0 до 12 часов.

Пусть  $n$ -канальная СМО представляет собой вычислительный центр с тремя взаимозаменяемыми ЭВМ для решения поступающих задач. Поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность  $\lambda=1$  задача в час. Средняя продолжительность обслуживания  $t_{об}=1,8$  час.

Требуется вычислить значения:

- абсолютной пропускной способности ВЦ ( $A$ );
- относительной пропускной способности ВЦ ( $Q$ );
- среднего числа занятых ЭВМ на ВЦ ( $\bar{k}$ );
- вероятности отказа в обслуживании заявки ( $P_{отк}$ ).

Определить, сколько дополнительно надо приобрести ЭВМ, чтобы при увеличении потока заявок в два раза ( $\lambda=2$  задачи в час) не снизить относительную пропускную способность ВЦ.

**Тема: Инструменты имитационного моделирования.**

**«Моделирование потока посетителей банка»**

Необходимо создать модель простой системы обслуживания, а именно модель банковского отделения заданной пропускной способностью равной  $N$  человек в час. В банковском отделении находятся банкомат и стойки банковских кассиров, что позволяет быстро и эффективно обслуживать посетителей банка. Операции с наличностью клиенты

банка производят с помощью банкомата, а более сложные операции, такие как оплата счетов – с помощью кассиров. Основные этапы моделирования:

- Создание простой модели;
- Создание анимации модели;
- Добавление клерков;
- Сбор статистики использования ресурсов.

**Тема: Инструменты имитационного моделирования.**

**«Моделирование павильона метро»**

Создать модели павильона метро с заданной пропускной способностью равной  $N$  человек в час, для чего произвести:

- Моделирование простого пешеходного потока;
- Добавление турникетов;
- Отображение карты плотности;
- Добавление автоматов продажи билетов.

**Тема: Инструменты имитационного моделирования.**

**Лабораторная работа «Диффузия по Бассу»**

Необходимо создать Модель Басса, описывающую процесс распространения продукта. Изначально продукт никому не известен, и для того, чтобы люди начали его приобретать, он рекламируется. В итоге определенная доля людей приобретает продукт под воздействием рекламы. Также люди приобретают продукт в результате общения с теми, кто этот продукт уже приобрел. Процесс приобретения нового продукта под влиянием убеждения его владельцев чем-то похож на распространение эпидемии. Дать ответ с помощью математической модели. Основные этапы моделирования:

- произвести анализ модели;
- создать накопители;
- добавить поток продаж продукта;
- задать константы;
- задать начальные значения накопителей;
- создать динамические переменные;
- настроить запуск модели;
- добавить диаграммы;
- промоделировать повторные покупки;
- промоделировать цикличность спроса;
- промоделировать стратегии рекламной кампании;
- оптимизировать рекламную стратегию.

**Комплект заданий для расчётно-графической работы №1**

**«Тема: Статистический метод моделирования.**

Имеются усреднённые данные о дневных продажах телевизоров некоторой модели: Исходный уровень запасов составляет  $N$  штук.

В конце каждого дня проверяется наличное количество телевизоров. Когда оно становится равно или меньше  $tz$  штук (точка заказа), размещается заказ на новую партию из  $n$  телевизоров.

Заказ исполняется на  $k$ -й день с даты его размещения, товар завозится в начале рабочего дня.

1) Прибыль от продажи одного телевизора составляет 2000 рублей.

2) Потери прибыли от каждого непроданного вследствие временного отсутствия в продаже телевизора составляет 3500 рублей.

3) Затраты на содержание каждого из телевизоров снижают размер прибыли на 80 рублей в день.

Разработать модель, имитирующую продажу телевизоров. Используя созданную модель подобрать точку заказа  $tz$ , обеспечивающую максимальную среднедневную прибыль магазина.

Даны  $N$ ,  $tz$ ,  $r$ ,  $n$  и усреднённые данные о дневных продажах телевизоров (по вариантам).

### **Комплект заданий для расчётно-графической работы №2**

#### **«Среда имитационного моделирования»**

Задание:

Используя среду имитационного моделирования создать имитационную модель на заданную тему.

РГР должна содержать разделы:

- а) Постановка задачи.
- б) Моделирование в среде:
  - Создание диаграммы процесса.
  - Создание анимации модели.
- в) Проведение экспериментов над моделью и интерпретация результатов.

Темы РГР

- 1) Модель кафе самообслуживания.
- 2) Модель отделения Сбербанка (вариант 1).
- 3) Модель отделения Сбербанка (вариант 2).
- 4) Модель женской парикмахерской.
- 5) Модель проходной и вахты университета.
- 6) Модель летнего кафе.
- 7) Модель бензозаправочной станции (вариант 1).
- 8) Модель бензозаправочной станции (вариант 2).
- 9) Модель стоматологической поликлиники.
- 10) Модель магазина [с ячейками для хранения ручной клади].
- 11) Модель салона красоты.

По усмотрению преподавателя студенту может быть выдано индивидуальное задание.

### **Задания для промежуточной аттестации**

#### **Контрольные вопросы к экзаменам**

- 1) Модельное время.
- 2) Пуассоновский поток.
- 3) Моделирование простейшего потока, неординарного потока.
- 4) Потoki с последствием.
- 5) Одноканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью.  
Пример.
- 6) Многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью.  
Пример.
- 7) Направления имитационного моделирования.
- 8) Среды имитационного моделирования.
- 9) Назначение языков и систем моделирования,
- 10) Классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики, технологические возможности современных симуляторов.
- 11) Высокотехнологичные симуляторы нового поколения и их инструментальные возможности.
- 12) Основные элементы дискретно-событийного (процессного) подхода к моделирова-

- нию.
- 13) Основные элементы моделей пешеходного моделирования,
  - 14) Основные элементы моделей системной динамики,
  - 15) Агентный подход дискретно-событийного (процессного) подхода к моделированию.

По усмотрению преподавателя студенту может быть выдано индивидуальное задание.



