

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Имитационное моделирование

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Шустова Е.П. (кафедра анализа данных и исследования операций, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Evgeniya.Shustova@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
ПК-1	Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности в задачах анализа данных и машинного обочения

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- типовые математические схемы описания систем и обобщенные алгоритмы имитационного моделирования;
- принципы построения моделей систем и процессов их функционирования.

Должен уметь:

- применять методы системной динамики и дискретно-событийного моделирования для разработки имитационных моделей экономических систем.

Должен владеть:

- навыками работы в инструментальной среде имитационного моделирования с использованием средств визуальной разработки модели;
- практическими навыками организации имитационных экспериментов для оценки параметров системы и определения чувствительности, выполнения табличной и графической визуализацию результатов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания и навыки в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 "Прикладная математика и информатика (Анализ данных и его приложения)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 32 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 32 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 76 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общая характеристика имитационного моделирования	3	0	0	12	30
2.	Тема 2. Системы и сети массового обслуживания.	3	0	0	12	20
3.	Тема 3. Современные системы имитационного моделирования общего и специального назначения (популярные системы имитационного моделирования).	3	0	0	8	26
	<b>Итого</b>		0	0	32	76

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Общая характеристика имитационного моделирования

Что такое имитационное моделирование.

Цель имитационного моделирования.

Две точки зрения на имитационное моделирование.

Достоинства и недостатки имитационного моделирования.

Доверительная оценка погрешности имитационных расчетов

Когда прибегают к имитационному моделированию.

Области применения имитационного моделирования.

Виды имитационного моделирования.

Этапы проекта по имитационному моделированию логистической системы

Основные этапы имитационного моделирования (построения имитационной модели)

Имитационное моделирование инвестиционных рисков.

Моделирование кредитных рисков.

Типы имитационных моделей, которые могут быть созданы в SKA Mathematica и Excel.

Возможности SKA Mathematica для создания приложения для осуществления имитационного моделирования.

Возможности Excel для осуществления имитационного моделирования. Примеры.

##### Тема 2. Системы и сети массового обслуживания.

Типы объектов СМО

Схема СМО. Каналы обслуживания.

Дисциплины и режимы обслуживания заявок.

Параметры и характеристики СМО

Сети МО (СеМО)

Параметры и характеристики разомкнутых СеМО

Параметры и характеристики замкнутых СеМО

Потоки событий. Характеристики потоков событий. Стационарный поток.

Моделирование непрерывных и дискретных случайных величин по заданным законам их распределений (показательное, равномерное, нормальное, Пуассона, Стюдента)

Простейший поток. Особенности простейшего потока.

##### Тема 3. Современные системы имитационного моделирования общего и специального назначения (популярные системы имитационного моделирования).

Обзор современных систем имитационного моделирования специального назначения. Сравнительный анализ их возможностей и назначения. Имитационное моделирование в Arena, AnyLogic. Проведение экспериментов с готовыми имитационными моделями систем.

Средства изменения параметров модели. Оптимизация бизнес-процессов с помощью имитационной модели.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Официальный сайт компании AnyLogic - <https://www.anylogic.ru/>

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Википедия - <http://ru.wikipedia.org>

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Официальный сайт Any Logic - <http://www.any-loguc.com>

Электронная библиотека по техническим наукам - <http://techlibrary.ru>

Электронный учебник по курсу - <http://kek.ksu.ru/EOS>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Готовыми к работе над данным курсом считаются те студенты, которые: - знают основные законы распределения случайных величин; - умеют определять тип распределения случайной величины по выборочной совокупности (эмпирическим данным); - для работы в Arena желательно знание английского языка. - Для работы в AnyLogic необходимо знать язык программирования Java. Используемые в AnyLogic команды Java, можно найти в помощи к AnyLogic. Посещать все лекции. Перед каждой лекцией просматривать предыдущую лекцию.
самостоятельная работа	Просматривать электронную почту группы и сразу пересылать себе на личную почту полученные текущие материалы. Рекомендуется выписывать все формулы, которые даются на лекциях, на отдельные листки. Они будут удобны как в процессе работы на практике, так и при подготовке к экзамену в текущем семестре, а так же понадобятся в последующих семестрах.
зачет	Рекомендуется выписывать все формулы, которые даются на лекциях, на отдельные листки. Они будут удобны как в процессе работы на практике, так и при подготовке к зачету в текущем семестре, а так же понадобятся в последующих семестрах. Зачет проходит устно без компьютерного класса.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

### 12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" и магистерской программе "Анализ данных и его приложения".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

#### Основная литература:

- 1) Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 254 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=429005>
- 2) Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. ISBN 978-5-905554-17-9 - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=361397>
- 3) Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: Уч. пос. / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 112 с. - (ВО) ISBN 978-5-00091-035-1 - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread2.php?book=500951>
- 4) Кудрявцев Е.М., GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем [Электронный ресурс] / Кудрявцев Е.М. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 317 с. (Серия 'Проектирование') - ISBN 5-94074-219-X - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/5-94074-219-X.html>
- 5) Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем [Электронный ресурс] / Н.Б. Кобелев. - М.: Вузовский учебник, 2015. - 139 с. - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog.php?bookinfo=514320>

#### Дополнительная литература:

- 1) Девятков, В. В. Имитационные исследования: от классических технологий до облачных вычислений [Электронный ресурс] / В. В. Девятков, С. А. Власов, Н. Б. Кобелев // Пятая всероссийская научно-практическая конференция 'Имитационное моделирование, теория и практика': Сборник докладов, том 1. - Санкт-Петербург, 2011. - С. 42-50. - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread.php?book=428170>
- 2) Девятков, В. В. Методология, технология и принципы программной реализации имитационных приложений [Электронный ресурс] / В. В. Девятков, С. А. Власов, Н. Б. Кобелев // Третья всероссийская научно-практическая конференция 'Имитационное моделирование, теория и практика': Сборник докладов, том 1. - Санкт-Петербург, 2007. - С. 17-26. - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread.php?book=428022>
- 3) Гусева, Е. Н. Имитационное моделирование экономических процессов в среде Arena / Гусева Е.Н., - 3-е изд. - М.:Флинта, 2016. - 132 с.: ISBN 978-5-9765-1195-8 - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/406038>
- 4) Теория глобальных систем и их имитационное управление: Монография / Н.Б. Кобелев. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 278 с. - (Научная книга). ISBN 978-5-9558-0309-8 - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread2.php?book=411720>
- 5) Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: Моногр./ В.В. Девятков - М.: Вуз. учеб.: ИНФРА-М, 2013. - 448 с. - (Научная книга). ISBN 978-5-9558-0338-8 - Режим доступа: <http://znaniium.com/bookread2.php?book=427491>





Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.02 Имитационное моделирование

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Анализ данных и его приложения

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.