

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Имитационное моделирование Б1.В.ДВ.6

Направление подготовки: 27.03.02 - Управление качеством

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Воронцов Д.П.

**Рецензент(ы):**

Конахина И.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Хамидуллина Г. Р.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 868142518

Казань

2018

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) ассистент, б/с Воронцов Д.П. кафедра управления качеством Инженерный институт, DPVoroncov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины 'Имитационное моделирование' является знакомство с базовыми принципами и основными методами имитационного моделирования. В рамках курса рассматриваются теоретические и практические аспекты создания имитационных моделей, особое внимание уделяется имитационному моделированию систем массового обслуживания.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)' основной образовательной программы 27.03.02 Управление качеством и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б2.ДВ.5 Общепрофессиональный' основной образовательной программы 27.03.02 'Управление качеством' и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Для изучения дисциплины 'Имитационное моделирование' студент должен:

Знать:

- основы теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики;

Уметь:

- применять математические методы и вычислительную технику для решения практических задач;

- проводить анализ данных, полученных в результате моделирования.

Владеть:

- основами алгоритмизации;

- навыками работы с прикладными статистическими/математическими пакетами.

Изучению дисциплины 'Имитационное моделирование' предшествует изучение дисциплин 'Математика', 'Информатика'.



### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|---|--|
| ПК-10<br>(профессиональные компетенции) | способность участвовать в проведении корректирующих и превентивных мероприятий, направленных на улучшение качества.  |
| ПК-13<br>(профессиональные компетенции) | Способность корректно формулировать задачи (проблемы) своей деятельности (проекта, исследования), устанавливать их взаимосвязи, строить модели систем задач (проблем), анализировать, диагностировать причины появления проблем. |
| ПК-14<br>(профессиональные компетенции) | умением идентифицировать основные процессы и участвовать в разработке их рабочих моделей.  |

| Шифр компетенции                       | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|--|--|
| ПК-6<br>(профессиональные компетенции) | Способность использовать знания о принципах принятия решений в условиях неопределённости, о принципах оптимизации. |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- общие принципы построения моделей, имитирующих изучаемую систему и процесс.

2. должен уметь:

- выбирать методы имитационного моделирования процессов и систем;

- разрабатывать и отлаживать эффективные алгоритмы и программы с использованием современных технологий при имитационном моделировании

- моделировать сложные объекты с помощью современных технологий, реализованных в форме графических сред или пакетов визуального моделирования.

3. должен владеть:

- теоретическими знаниями о принципах построения моделей систем массового обслуживания;

- принципами построения имитационных моделей.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- моделировать сложные системы с помощью современных технологий, реализованных в форме графических сред или пакетов визуального моделирования;

- применять навыки алгоритмизации моделей систем массового обслуживания и использовать системный подход в разработке программ.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

| N  | Раздел Дисциплины/ Модуля                                       | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Текущие формы контроля      |
|----|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|-----------------------------|
|    |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                             |
| 1. | Тема 1. Базовые понятия и принципы имитационного моделирования. | 6       |                 | 4  | 4                    | 0                   | Письменное домашнее задание |

| N  | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля         |
|----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|
|    |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                                   |
| 2. | Тема 2.<br>Моделирование<br>случайных величин и<br>случайных событий.      | 6       |                    | 4   | 4                       | 0                      | Письменное<br>домашнее<br>задание |
| 3. | Тема 3. Имитационное<br>моделирование систем<br>массового<br>обслуживания. | 6       |                    | 6   | 6                       | 0                      | Контрольная<br>работа             |
|    | Тема . Итоговая<br>форма контроля  | 6       |                    | 0   | 0                       | 0                      | Зачет                             |
|    | Итого  |         |                    | 14  | 14                      | 0                      |                                   |

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Базовые понятия и принципы имитационного моделирования.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Принципы системного подхода в моделировании систем. Понятие сложной системы. Классификация видов моделирования сложных систем. Виды и уровни моделирования. Основные понятия и этапы имитационного моделирования. Метод Монте-Карло. Преимущества имитационного моделирования. Типовые примеры имитационных моделей.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Математический аппарат имитационного моделирования. Использование законов распределения случайных величин при имитационном моделировании. Программные средства имитационного моделирования.

### Тема 2. Моделирование случайных величин и случайных событий.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Моделирование случайных величин с заданным распределением. Псевдослучайные числа. Методы генерации псевдослучайных случайных чисел. Требования к базовым датчикам.

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Генерация дискретных случайных величин с заданным распределением. Применение метода Монте-Карло при решении прикладных задач.

### Тема 3. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Понятие системы массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания. Основные характеристики систем массового обслуживания. Основы моделирования систем массового обслуживания. Программные средства имитационного моделирования систем массового обслуживания.

#### **практическое занятие (6 часа(ов)):**

Программные средства имитационного моделирования систем массового обслуживания. Моделирование работы систем массового обслуживания. Анализ эффективности работы систем массового обслуживания. Имитационное моделирование СМО с одним каналом обслуживания. Имитационное моделирование многоканальных СМО.

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N  | Раздел Дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Базовые понятия и принципы имитационного моделирования.   | 6       |                 | подготовка домашнего задания          | 20                     | Письменное домашнее задание           |
| 2. | Тема 2. Моделирование случайных величин и случайных событий.      | 6       |                 | подготовка домашнего задания          | 12                     | Письменное домашнее задание           |
| 3. | Тема 3. Имитационное моделирование систем массового обслуживания. | 6       |                 | подготовка к контрольной работе       | 12                     | Контрольная работа                    |
|    | Итого   |         |                 |                                       | 44                     |                                       |

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лекционных и практических занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Теоретический материал излагается на лекциях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав лекцию, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи зачета минимум и дополнительная литература.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать утверждения.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к зачету.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Базовые понятия и принципы имитационного моделирования.

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Математический аппарат имитационного моделирования. Использование законов распределения случайных величин при имитационном моделировании. Контроль правильности математической модели: контроль размерностей, проверка порядков, состоящая в сравнении порядков складываемых или вычитаемых величин и исключении из математических соотношений малозначимых параметров; контроль характера зависимости, предполагающий, что направление и скорость изменения выходных параметров модели должны соответствовать физическому смыслу изучаемых процессов; проверка экстремальных ситуаций, которая заключается в наблюдении за выходными результатами модели при приближении значений ее параметров к предельно допустимым контроль физического смысла, связанный с установлением физического смысла результата и проверкой его неизменности при варьировании параметров модели от исходных до промежуточных и граничных значений; проверка математической замкнутости, состоящая в выявлении принципиальной возможности решения системы математических соотношений и получении на ее основе однозначно интерпретируемого результата.

## **Тема 2. Моделирование случайных величин и случайных событий.**

Письменное домашнее задание , примерные вопросы:

Моделирование случайных величин с заданным распределением: - метод ступенчатой аппроксимации - метод усечения - метод взятия обратной функции - методы генерации псевдослучайных случайных чисел. - метод Монте-Карло.

## **Тема 3. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.**

Контрольная работа , примерные вопросы:

Анализ эффективности работы систем массового обслуживания. Имитационное моделирование СМО с одним каналом обслуживания. Имитационное моделирование многоканальных СМО. Показатели эффективности СМО абсолютная и относительная пропускная способность системы; коэффициенты загрузки и простоя; среднее время полной загрузки системы; среднее время пребывания заявки в системе. Показатели, характеризующие систему с точки зрения потребителей:  $R_{обс}$  ? вероятность обслуживания заявки, ? время пребывания заявки в системе. Показатели, характеризующие систему с точки зрения её эксплуатационных свойств:  $\lambda b$ ? абсолютная пропускная способность системы (среднее число обслуженных заявок в единицу времени),  $R_{обс}$  ? относительная пропускная способность системы,  $k_z$  ? коэффициент загрузки системы.

## **Итоговая форма контроля**

зачет (в 6 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

1. Принципы системного подхода в моделировании систем.
2. Понятие сложной системы.
3. Классификация видов моделирования сложных систем.
4. Виды и уровни моделирования.
5. Основные этапы имитационного моделирования.
6. Метод Монте-Карло.
7. Преимущества имитационного моделирования.
8. Примеры имитационных моделей.
9. Псевдослучайные числа.
10. Методы генерации псевдослучайных случайных чисел.
11. Моделирование случайных величин с заданным распределением.
12. Понятие системы массового обслуживания.
13. Классификация систем массового обслуживания.
14. Основные характеристики систем массового обслуживания.
15. Программные средства имитационного моделирования систем массового обслуживания.
16. Имитационное моделирование СМО с одним каналом обслуживания.
17. Имитационное моделирование многоканальных СМО.



### **7.1. Основная литература:**

1. Имитационное моделирование, Павловский, Юрий Николаевич; Белотелов, Николай Вадимович; Бродский, Юрий Игоревич, 2008 г.
2. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 254 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004675-4, 500 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=233661>
3. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01167-6, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=392652>
4. Кобелев Н. Б. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с.: 70x100 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-17-9, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=361397>
5. Исаев Г. Н. Моделирование информационных ресурсов: теория и решение задач: учебное пособие / Г.Н. Исаев. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 224 с.: ил.; 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-211-7, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=193771>

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Математическое моделирование, Самарский, Александр Андреевич; Михайлов, Александр Петрович, 2005 г.
2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. - М.: Наука, 1978.
3. Кобелев, Н. Б. Качественная теория больших систем и их имитационное моделирование [Электронный ресурс] : пособие для разработчиков имитационных моделей и пользователей / Н. Б. Кобелев. - М.: Принт Сервис, 2009. - [85 с.] <http://znanium.com/bookread.php?book=414753>



### **7.3. Интернет-ресурсы:**

- AnyLogic - инструмент имитационного моделирования - <http://www.anylogic.ru>  
Единое окно доступа к информационным ресурсам - <http://window.edu.ru/>  
Научно-информационный портал - <http://sci-lib.com>  
Открытый национальный университет - <http://www.intuit.ru>  
Электронная библиотека IQlib - <http://iqlib.ru>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Имитационное моделирование" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Лекционные занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером), мультимедийным проектором. Практические занятия проводятся в специализированных компьютерных кабинетах. При проведении практических занятий используется один из следующих программных продуктов:

- GPSS Wrd,
- AnyLgic,
- Micsft Excel.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 27.03.02 "Управление качеством" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Воронцов Д.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Конахина И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.