



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«22» февраля 2023 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий

направление подготовки/специальность 09.04.03 Прикладная информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Разработка программного обеспечения для решения задач в сфере строительства

Форма обучения очная

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Дисциплина «Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий» имеет своей целью формирование базы для развития профессиональных компетенций, а именно, изучение основных понятий информационных процессов и систем, овладение базовыми приемами математического моделирования с целью их дальнейшего применения в профессиональной деятельности

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение теории исследования и моделирования информационных процессов и технологий, методов построения архитектуры информационных систем, математического аппарата и имитационного подхода к их формализации;
- освоение возможностей и путей использования информационных технологий при анализе и синтезе информационных систем;
- изучение методов построения и использования моделей для описания и прогнозирования различных процессов и систем;
- освоение современных компьютерных технологий разработки и исследования моделей.

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

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП   |
|---|---|--|
| ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами | ОПК-7.1 Выбирает метод научного исследования в области проектирования и управления информационными системами для решения задачи профессиональной деятельности | <b>знает</b><br>- методы научного исследования и основные классы моделей;<br><b>умеет</b><br>- осуществлять моделирование случайных процессов для решения задачи профессиональной деятельности;<br><b>владеет навыками</b><br>- навыками анализа созданной модели. |
| ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами | ОПК-7.2 Представляет результат моделирования процесса проектирования или управления информационной системы  | <b>знает</b><br>- программные среды для имитационного моделирования;<br><b>умеет</b><br>- составлять модели простейших систем массового обслуживания и определять их характеристики;<br><b>владеет навыками</b><br>- навыками анализа созданной модели;            |

|   |   |  |
|---|---|--|
| ПК-2<br>Способен<br>распределять задания на<br>проектирование<br>информационных<br>ресурсов, структуры базы<br>данных, программных<br>интерфейсов | ПК-2.3<br>Распределяет<br>отдельные задачи по<br>проектированию<br>информационных ресурсов,<br>структуры базы данных,<br>программных интерфейсов<br>между исполнителями | <b>знает</b><br>основные классы моделей;<br>понятие системы массового обслуживания;<br><b>умеет</b><br>- осуществлять имитацию случайного<br>процесса;<br>- составлять модели простейших систем<br>массового обслуживания и определять их<br>характеристики;<br><b>владеет навыками</b><br>- навыками использования объектов среды<br>Anylogic для составления модели. |
|---|---|--|

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.12 основной профессиональной образовательной программы 09.04.03 Прикладная информатика и относится к обязательной части учебного плана.

Модели и методы интеллектуального анализа данных

Уметь:

Моделировать случайные процессы

Владеть:

навыками анализа созданной модели;

навыками оценки результатов моделирования

Информационное моделирование в профессиональной сфере (ВМ)

Владеть:

навыками анализа созданной модели;

навыками оценки результатов моделирования

| № п/п | Последующие дисциплины | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|------------------------|--|
| 1     | Проектная практика     | ПК-4.3, ПК-2.2, ПК-3.1                               |

### 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

| Вид учебной работы  | Всего часов | Из них часы на практическую подготовку | Семестр |
|---|-------------|--|---------|
|   |             |  | 3       |
| <b>Контактная работа</b>  | 32          |  | 32      |
| Лабораторные занятия (Лаб)  | 32          | 0                                      | 32      |
| <b>Иная контактная работа, в том числе:</b>   | 0,25        |  | 0,25    |
| консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)  |             |  |         |
| контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР)) |             |  |         |
| контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача  | 0,25        |  | 0,25    |
| <b>Часы на контроль</b>   | 8,75        |  | 8,75    |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>  | 67          |  | 67      |



|      |   |   |  |  |  |  |   |  |    |    |                          |
|------|---|---|--|--|--|--|---|--|----|----|--------------------------|
| 3.1. | Динамическая система как объект имитационного моделирования | 3 |  |  |  |  | 4 |  | 8  | 12 | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 |
| 3.2. | Имитационная модель системы массового обслуживания          | 3 |  |  |  |  | 3 |  | 8  | 11 | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 |
| 3.3. | Возможности системы имитационного моделирования Anylogic    | 3 |  |  |  |  | 3 |  | 10 | 13 | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 |
| 4.   | 4 раздел. Контроль  |   |  |  |  |  |   |  |    |    |                          |
| 4.1. | Зачет с оценкой   | 3 |  |  |  |  |   |  |    | 9  | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 |

### 5.1. Лабораторные работы

| № разд | Наименование раздела и темы лабораторных работ   | Наименование и содержание лабораторных работ  |
|--------|--|---|
| 1      | 1.1. Общие положения методологии исследования и проектирования сложных систем  | Общие положения методологии исследования и проектирования сложных систем.<br>Основные понятия и определения. Математическое описание систем в рамках теоретико-множественного подхода. Классификация систем. Информационные системы и процессы. Системы и проблемы.   |
| 1      | 1.1. Общие положения методологии исследования и проектирования сложных систем  | Моделирование и проектирование сложных систем.<br>Моделирование и проектирование сложных систем.  |
| 2      | 1.2. Применение методов системного анализа и информационно-аналитических технологий при проектировании информационных систем | Применение методов системного анализа и информационно-аналитических технологий при проектировании информационных систем<br>Системный подход и системный анализ. Методы системного анализа. Кибернетический подход к описанию систем. Моделирование и управление в сложных системах. Задачи анализа и синтеза систем. Моделирование и проектирование сложных систем. |
| 2      | 1.2. Применение методов системного анализа и информационно-аналитических технологий при проектировании информационных систем | Применение методов системного анализа и информационно-аналитических технологий при проектировании информационных систем<br>Моделирование и проектирование сложных систем.   |
| 3      | 1.3. Компьютерное имитационное моделирование и используемые при  | Компьютерное имитационное моделирование и используемые при разработке моделей типовые математические схемы систем<br>Основные понятия и определения. Математическое описание систем в рамках теоретико-множественного подхода. Классификация систем. Информационные системы и процессы. Системы и   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | разработке моделей типовые математические схемы систем   | проблемы. Системный подход и системный анализ. Методы системного анализа. Кибернетический подход к описанию систем. Моделирование и управление в сложных системах. Задачи анализа и синтеза систем. Моделирование и проектирование сложных систем.  |
| 3 | 1.3. Компьютерное имитационное моделирование и используемые при разработке моделей типовые математические схемы систем | Компьютерное имитационное моделирование и используемые при разработке моделей типовые математические схемы систем<br>Моделирование и проектирование сложных систем.   |
| 4 | Типовые задачи имитационного моделирования   | Типовые задачи имитационного моделирования<br>Теоретические основы имитационного моделирования. Понятие модели и моделирования. Имитационное моделирование. Задачи имитационного моделирования: Этапы имитационного моделирования. Планирование компьютерного эксперимента.   |
| 4 | Типовые задачи имитационного моделирования   | Типовые задачи имитационного моделирования<br>Теоретические основы имитационного моделирования. Понятие модели и моделирования. Имитационное моделирование. Задачи имитационного моделирования: Этапы имитационного моделирования. Планирование компьютерного эксперимента.   |
| 5 | Классификация имитационных моделей   | Классификация имитационных моделей<br>Классификация моделей. Границы возможностей классических математических методов в экономике. Имитационная модель как источник ответа на вопрос: “что будет, если...”.   |
| 5 | Классификация имитационных моделей   | Классификация имитационных моделей<br>Классификация моделей. Границы возможностей классических математических методов в экономике. Имитационная модель как источник ответа на вопрос: “что будет, если...”.   |
| 6 | Моделирование случайных процессов в среде Anylogic   | Этапы компьютерного моделирования<br>Имитационная модель экономической системы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Имитация простейшего потока событий. Разработка и исследование моделей: модель кассового обслуживания клиента, модель непрерывного процесса эксплуатации компьютеров в вычислительном центре. Проверка гипотезы о категориях типа событие, явление, поведение; риски и прогнозы. |
| 7 | Динамическая система как объект имитационного моделирования  | Динамическая система как объект имитационного моделирования<br>Математические предпосылки создания имитационной модели. Предельные теоремы теории вероятностей. Метод статистических испытаний. Датчики случайных величин. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных событий. Моделирование случайных функций. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования.                         |
| 7 | Динамическая система как объект имитационного моделирования  | Динамическая система как объект имитационного моделирования<br>Математические предпосылки создания имитационной модели. Предельные теоремы теории вероятностей. Метод статистических испытаний. Датчики случайных величин. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных событий. Моделирование случайных функций. Метод Монте-Карло как основа статистического  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | моделирования.  |
| 8 | Имитационная модель системы массового обслуживания       | Имитационная модель системы массового обслуживания<br>Процессы массового обслуживания в экономических системах. Понятие СМО. Вероятностные характеристики СМО. Имитация основных процессов в системах массового обслуживания: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др.   |
| 8 | Имитационная модель системы массового обслуживания       | Имитационная модель системы массового обслуживания<br>Процессы массового обслуживания в экономических системах. Понятие СМО. Вероятностные характеристики СМО. Имитация основных процессов в системах массового обслуживания: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др.   |
| 9 | Возможности системы имитационного моделирования Anylogic | Возможности системы имитационного моделирования Anylogic<br>Модель обработки запросов сервером. Постановка задачи. Создание диаграммы процесса. Изменение свойств блоков модели, её настройка и запуск. Изменение свойств блоков диаграммы процесса. Настройка запуска модели. Запуск модели. Создание анимации модели. Сбор статистики использования ресурсов. Сбор статистики по показателям обработки запросов. Создание нестандартного Java- класса. Добавление элементов статистики. Удаление и добавление новых полей типа заявок. Интерпретация результатов моделирования. |
| 9 | Возможности системы имитационного моделирования Anylogic | Возможности системы имитационного моделирования Anylogic<br>Модель обработки запросов сервером. Постановка задачи. Создание диаграммы процесса. Изменение свойств блоков модели, её настройка и запуск. Изменение свойств блоков диаграммы процесса. Настройка запуска модели. Запуск модели. Создание анимации модели. Сбор статистики использования ресурсов. Сбор статистики по показателям обработки запросов. Создание нестандартного Java- класса. Добавление элементов статистики. Удаление и добавление новых полей типа заявок. Интерпретация результатов моделирования. |

## 5.2. Самостоятельная работа обучающихся

| № разд | Наименование раздела дисциплины и темы  | Содержание самостоятельной работы   |
|--------|---|---|
| 1      | 1.1. Общие положения методологии исследования и проектирования сложных систем   | Общие положения методологии исследования и проектирования сложных систем.<br>Основные понятия и определения. Математическое описание систем в рамках теоретико-множественного подхода. Классификация систем. Информационные системы и процессы. Системы и проблемы. |
| 2      | 1.2. Применение методов системного анализа и информационно-аналитических технологий при проектировании информационных | Применение методов системного анализа и информационно-аналитических технологий при проектировании информационных систем<br>Системный подход и системный анализ. Методы системного анализа. Кибернетический подход к описанию систем.                                |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | систем   |   |
| 3 | 1.3. Компьютерное имитационное моделирование и используемые при разработке моделей типовые математические схемы систем | Компьютерное имитационное моделирование и используемые при разработке моделей типовые математические схемы систем<br>Основные понятия и определения. Математическое описание систем в рамках теоретико-множественного подхода. Классификация систем.  |
| 4 | Типовые задачи имитационного моделирования   | Типовые задачи имитационного моделирования<br>Теоретические основы имитационного моделирования. Понятие модели и моделирования. Имитационное моделирование. Задачи имитационного моделирования: Этапы имитационного моделирования. Планирование компьютерного эксперимента.   |
| 5 | Классификация имитационных моделей   | Классификация имитационных моделей<br>Классификация моделей. Границы возможностей классических математических методов в экономике. Имитационная модель как источник ответа на вопрос: “что будет, если...”.   |
| 6 | Моделирование случайных процессов в среде Anylogic   | Этапы компьютерного моделирования<br>Имитационная модель экономической системы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Имитация простейшего потока событий. Разработка и исследование моделей: модель кассового обслуживания клиента, модель непрерывного процесса эксплуатации компьютеров в вычислительном центре. Проверка гипотезы о категориях типа событие, явление, поведение; риски и прогнозы.   |
| 7 | Динамическая система как объект имитационного моделирования  | Динамическая система как объект имитационного моделирования<br>Математические предпосылки создания имитационной модели. Предельные теоремы теории вероятностей. Метод статистических испытаний. Датчики случайных величин. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных событий. Моделирование случайных функций. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования.   |
| 8 | Имитационная модель системы массового обслуживания   | Имитационная модель системы массового обслуживания<br>Процессы массового обслуживания в экономических системах. Понятие СМО. Вероятностные характеристики СМО. Имитация основных процессов в системах массового обслуживания: генераторы, очереди, узлы обслуживания, терминаторы и др.   |
| 9 | Возможности системы имитационного моделирования Anylogic   | Возможности системы имитационного моделирования Anylogic<br>Модель обработки запросов сервером. Постановка задачи. Создание диаграммы процесса. Изменение свойств блоков модели, её настройка и запуск. Изменение свойств блоков диаграммы процесса. Настройка запуска модели. Запуск модели. Создание анимации модели. Сбор статистики использования ресурсов. Сбор статистики по показателям обработки запросов. Создание нестандартного Java- класса. Добавление элементов статистики. Удаление и добавление новых полей типа заявок. Интерпретация результатов моделирования. |



## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

### Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам

Лабораторные работы представляют одну из форм освоения теоретического материала с одновременным формированием практических навыков в изучаемой дисциплине. Их назначение – углубление проработки теоретического материала, формирование практических навыков путем регулярной и планомерной самостоятельной работы студентов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к лабораторным работам включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу. Непосредственное проведение лабораторной работы предполагает:

- изучение теоретического материала по теме лабораторной работы (по вопросам изучаемой темы);
- выполнение необходимых расчетов и экспериментов;
- оформление отчета с заполнением необходимых таблиц, построением графиков, подготовкой выводов по проделанным экспериментам и теоретическим расчетам;
- по каждой лабораторной работе проводится контроль: проверяется содержание отчета, проверяется усвоение теоретического материала. Контроль усвоения теоретического материала является индивидуальным.

### Методические рекомендации по подготовке к зачету с оценкой

Студенты сдают зачеты в конце теоретического обучения. К зачету с оценкой допускается студент, выполнивший в полном объеме задания, предусмотренные в рабочей программе. В случае пропуска каких-либо видов учебных занятий по уважительным или неуважительным причинам студент самостоятельно выполняет и сдает на проверку в письменном виде общие или индивидуальные задания, определяемые преподавателем.

Зачет по теоретическому курсу проходит в устной или письменной форме (определяется преподавателем) на основе перечня вопросов, которые отражают содержание действующей рабочей программы учебной дисциплины.

Студентам рекомендуется:

- внимательно прочитать вопросы к зачету с оценкой;
- составить план ответа на каждый вопрос.

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

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины (модуля)   | Код и наименование индикатора контролируемой компетенции | Вид оценочного средства             |
|-------|--|--|-------------------------------------|
| 1     | 1.1. Общие положения методологии исследования и проектирования сложных систем  | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3                                 | устный опрос, решение задачи, тесты |
| 2     | 1.2. Применение методов системного анализа и информационно-аналитических технологий при проектировании информационных систем | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3                                 | устный опрос, решение задачи, тесты |
| 3     | 1.3. Компьютерное имитационное моделирование и используемые при разработке моделей типовые математические схемы систем       | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3                                 | устный опрос, решение задачи, тесты |
| 4     | Типовые задачи имитационного моделирования   | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3                                 | устный опрос, решение задачи, тесты |

|    |   |                          |                                     |
|----|---|--------------------------|-------------------------------------|
| 5  | Классификация имитационных моделей                          | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 | устный опрос, решение задачи, тесты |
| 6  | Моделирование случайных процессов в среде Anylogic          | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 | устный опрос, решение задачи, тесты |
| 7  | Динамическая система как объект имитационного моделирования | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 | устный опрос, решение задачи, тесты |
| 8  | Имитационная модель системы массового обслуживания          | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 | устный опрос, решение задачи, тесты |
| 9  | Возможности системы имитационного моделирования Anylogic    | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 | устный опрос, решение задачи, тесты |
| 10 | Зачет с оценкой   | ОПК-7.1, ОПК-7.2, ПК-2.3 |                                     |

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания и практические задания для проведения промежуточной аттестации размещены по адресу:

ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/> Кафедры / Информационные технологии / Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий

Примерные задания для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-7.1; ОПК-7.2; ПК-2.3

Вопросы к проекту «Банк с ресурсами»

33. Измените модель, чтобы можно было использовать до 5 кассиров для обслуживания клиента.
34. Что обозначают в программном коде слова, выделенные синим цветом (в среде)?
35. Как осуществляется сбор статистики в проекте.
36. Дайте пояснение программному коду (задание 12, этап 3, п.10).
37. Дайте пояснение программному коду (задание 12, этап 3, п.13).

Вопросы к проекту «Цех»

38. Поясните смысл кода, описываемого в заданиях практикума.
39. Как в модели задать разную интенсивность поставки заготовок?
40. Как в модели задать разную скорость конвейеров с обработанными деталями?
41. Как в модели показать, что готовое изделие состоит из двух красных деталей и одной синей (в общем случае, из N красных деталей и M синих)?
42. Как в модели подсчитать, сколько потеряно красных заготовок, сколько синих?
43. При значениях параметров, используемых в практической работе, модель работает так, что после блокировки сборочной станции проект останавливается из-за возникшей ошибки. В результате этой ошибки мы не видим, как сборочная станция вновь начинает работать после ремонта, и начинает ли. Объясните, в чем причина остановки проекта и как можно доработать модель, чтобы эту причину устранить. Доработайте модель.
44. Что показывает столбцовый индикатор на анимации?
45. Что означает свойство объекта `preemption` равно `true` (задание 7, п.4)?
46. Объясните смысл условий переходов на карте состояний в модели.
47. Как и где можно отключить возможность поломки станции?

Вопросы к проекту «Отделение больницы»

48. Моделирование транспортной сети: библиотечные классы и их привязка к анимации.
49. Как изменить в проекте интенсивность прихода пациентов, количество медсестер, врачей, инструмента.

Анимация моделей

50. Анимация очередей
51. Анимация ресурсов.
52. Изменение исходных данных на анимации.
53. Использование стрелочных индикаторов для отображения текущих значений переменных и статистики.
54. Использование готовых изображений на анимации.
55. Создание групп динамических фигур.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <p>Оценка «отлично»<br/>(зачтено)</p> | <p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul> |
| <p>Оценка «хорошо»<br/>(зачтено)</p>  | <p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Оценка<br/>«удовлетворительно»<br/>(зачтено)</p>      | <p>знания:<br/>- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;<br/>- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;<br/>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок<br/>умения:<br/>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;<br/>- владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;<br/>- умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи<br/>навыки:<br/>- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;<br/>- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p> |
| <p>Оценка<br/>«неудовлетворительно»<br/>(не зачтено)</p> | <p>знания:<br/>- фрагментарные знания по дисциплине;<br/>- отказ от ответа (выполнения письменной работы);<br/>- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;<br/>умения:<br/>- не умеет использовать научную терминологию;<br/>- наличие грубых ошибок<br/>навыки:<br/>- низкий уровень культуры исполнения заданий;<br/>- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- отсутствие навыков самостоятельной работы;<br/>- не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>  |

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Основные понятия имитационного моделирования
2. Понятие модели. Классификация моделей
3. Классификация моделей по способу представления
4. Предметное и абстрактное моделирование
5. Математическая модель. Компьютерная модель. Имитационная модель
6. Классификация моделей по временному фактору
7. Математическая модель времени: непрерывное время, дискретное время
8. Классификация моделей по характеру протекания процессов: модели случайных процессов
9. Этапы компьютерного моделирования
10. Формализованный подход к разработке и исследованию моделей
11. Типы постановки задач моделирования: «что будет, если...», «как сделать, чтобы...», «анализ чувствительности»
12. Выбор программной среды для построения модели и реализация модели
13. Обзор программных средств имитационного моделирования

14. Планирование и проведение компьютерного эксперимента.
15. Оценка адекватности модели
16. Современные концепции имитационного моделирования
17. Типовые задачи имитационного моделирования
18. Динамическая система как объект имитационного моделирования
19. Концепция динамической системы в имитационном моделировании
20. Понятие динамической системы.
21. Объектно-ориентированный подход к описанию системы: классы, параметры, методы.
22. Структурная модель системы
23. Состояние системы. Поведение системы. Формы описания непрерывного поведения динамической системы
24. Детерминированные модели на базе классических динамических систем
25. Системы непрерывные и дискретные
26. Способы описания непрерывного поведения
27. Понятия системной динамики: поток, накопитель, конвертор, время
28. Границы возможностей классических математических методов
29. Моделирование случайных процессов
30. Случайные процессы с детерминированным временем и случайным результатом.
31. Случайные процессы с дискретными состояниями и дискретным временем (дискретные цепи Маркова)
32. Системы массового обслуживания
33. Возможности системы AnyLogic для разработки и исследования моделей

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся (для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-7.1; ОПК-7.2; ПК-2.3)

##### Примерные задания

##### Задание 1. Модель обработки запросов сервером

##### Постановка задачи

Построить имитационную модель для определения математического ожидания времени и вероятности обработки запросов.

Сервер обрабатывает запросы, поступающие с автоматизированных рабочих мест с интервалами, распределенными по показательному закону со средним значением 2 мин. Время обработки сервером одного запроса распределено по экспоненциальному закону со средним значением 3 мин. Сервер имеет входной буфер ёмкостью 5 запросов.

Сервер представляет собой однофазную систему массового обслуживания разомкнутого типа с ограниченной входной емкостью, то есть с отказами, и абсолютной надёжностью (рис. 1). Здесь приведены также объекты AnyLogic, которые будут использованы для создания диаграммы процесса.

##### Сервер как система массового обслуживания

##### Задание 2. Модель процесса изготовления в цехе деталей

##### Постановка задачи

Изготовление в цехе деталей начинается через случайные отрезки времени. Выполнению операций предшествует подготовка. Длительность подготовки зависит от качества заготовки, из которой будет сделана деталь. Время подготовки подчинено экспоненциальному закону.

Для изготовления детали последовательно выполняются  $n$  операций со средними временами, соответственно. После каждой операции в течение времени следует контроль. Время выполнения операций и контроля — случайное. Контроль проходят не все детали.

Забракованные детали поступают на пункт окончательного контроля и проходят на нем проверку в течение времени, распределённого по экспоненциальному закону со средним значением. В результате из общего количества не прошедших контроль деталей часть идет в брак, а оставшиеся детали подлежат повторному выполнению операций.

### Задание на исследование

Разработать имитационную модель для определения оценки математического ожидания количества деталей, изготовленных цехом в течение 8 часов. Модель должна также позволять определять относительное количество готовых и забракованных деталей, среднее время изготовления одной детали.

Результаты моделирования необходимо получить с точностью  $\varepsilon = 0,01$  и доверительной вероятностью  $\alpha = 0,99$ .

### Задание 3. Модель функционирования терминала

#### Постановка задачи

Разработать имитационную модель и промоделировать функционирование терминала в течение 8 час. Автомобиль (транспортное средство), попадает в порт по дороге С. В случае отсутствия мест на парковке D терминала, дорога становится накопительным буфером (очередь с дисциплиной FIFO). Если имеется свободное место, автомобиль въезжает на парковку, водитель выходит и с документами идет в офис Е. Процедура парковки занимает около 2 мин.

В офисе водитель дожидается своей очереди на обслуживание у одного из окошек. Дождавшись, он оформляет документы на въезд. Получив их, он возвращается к своему автомобилю. Оформление документов занимает, вместе с ходьбой, около 10 мин. Одновременно на терминал отсылается заявка на обслуживание данного автомобиля.

Если ворота F имеют свободную полосу, автомобиль подъезжает на полосу досмотра. Здесь у него проверяют разрешение на въезд и проводят физический досмотр контейнера (пломб, наличия повреждений, отсутствия посторонних лиц и пр.). Досмотр занимает 2 мин.

Автомобиль следует на оперативную парковку H, расположенную рядом с зоной погрузки-разгрузки I. Среднее время движения 2 мин. Этот участок дороги внутри терминала может использоваться как накопительный буфер, если нет свободных мест на парковке у зоны погрузки. Автомобиль становится на парковку H и ждет своей очереди на погрузку (момента выполнения заявки на его обслуживание, отправленной на шаге 3. Среднее время выполнения заявки составляет 10 мин. После осмотра автомобиль покидает терминал. Среднее время осмотра 2 мин.

Необходимо разработать имитационную модель и промоделировать функционирование терминала в течение 8 ч. Определить: количество обработанных автомобилей; среднее время обработки одного автомобиля; коэффициент обработки автомобилей терминалом; показатели использования элементов терминала. В модели автомобили следует представить заявками.

### Задание 4. Модель предоставления ремонтных услуг.

#### Постановка задачи

Разработать имитационную модель предоставления ремонтных услуг.

В фирму предоставления ремонтных услуг поступают заявки  $n$  типов с вероятностями  $p_1, p_2, \dots, p_n$ , соответственно. Интервалы времени  $T_n$  между двумя очередными поступлениями одного типа заявок случайные. Каждый любой тип заявки может требовать одного из  $a_1, a_2, \dots, a_k$  видов ремонта с вероятностями  $pa_1, pa_2, \dots, pa_k$  соответственно.

В фирме имеются  $n_1, n_2, \dots, n_n$  мастеров для выполнения заявок каждого типа, соответственно. Мастера  $n_1$  выполняют заявки первого типа. Если их нет и мастера  $n_2, \dots, n_n$  групп заняты, они выполняют заявки этих типов. При этом поступающие заявки первого типа ожидают их освобождения. Мастера  $n_2$  выполняют заявки второго типа. Если их нет и мастера  $n_3, n_4, \dots, n_n$  групп заняты, они выполняют заявки этих типов. При этом поступающие заявки второго типа ожидают их освобождения. Аналогичные обязанности и у мастеров остальных групп. Только мастера  $n_n$  выполняют заявки одного  $n$ -го типа.

Время выполнения заявки  $n$ -го типа случайное, не зависит от мастера, а зависит только от вида ремонта:  $T_{11}, T_{12}, T_{13}$  – для СС первого типа,  $T_{21}, T_{22}, T_{23}$  – для СС второго типа, ...,  $T_{n1}, T_{n2}, \dots, T_{nn}$  – для СС  $n$ -го типа.

Прием и распределение заявок между группами мастеров осуществляется  $d$  диспетчерами. Время, затрачиваемое одним диспетчером на одну заявку,  $T_1$ , случайное. Диспетчерами не принимаются к ремонту  $q$  заявок всех типов.

Исследовать зависимость количества выполненных заявок и вероятностей выполнения заявок всех типов от интервала  $T_n$  поступления их в ремонт и вероятностей  $p_1, p_2, p_3, p_4$ .

Результаты моделирования необходимо получить с точностью  $\varepsilon = 0,01$  и доверительной вероятностью  $\alpha = 0,95$ .

Сделать выводы о загруженности каждой группы мастеров и необходимых мерах по повышению эффективности работы фирмы предоставления ремонтных услуг.

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

|                     | Уровень освоения и оценка  |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|--|
|                     | Оценка «неудовлетворительно»   | Оценка «удовлетворительно»   | Оценка «хорошо»  | Оценка «отлично»   |
|                     | «не зачтено»   | «зачтено»  |  |  |
| Критерии оценивания | Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы | Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка. | Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка. | Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка |



|        |   |  |  |  |
|--------|---|--|--|--|
| знания | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul> |
| умения | <p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>  | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>  | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>  | <p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>   |

|                   |   |  |  |   |
|-------------------|---|--|--|---|
| владение навыками | Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий. | Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий. | Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений. | Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач. |
|-------------------|---|--|--|---|

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| № п/п                      | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы   | Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС  |
|----------------------------|--|---|
| <b>Основная литература</b> |  |   |
| 1                          | Снетков Н. Н., Имитационное моделирование экономических процессов, Москва: Евразийский открытый институт, 2008   | ЭБС   |
| 2                          | Ашихмин В. Н., Гитман М. Б., Келлер И. Э., Наймарк О. Б., Столбов В. Ю., Трусков П. В., Фрик П. Г., Введение в математическое моделирование, Москва: Логос, 2016 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/66414.html">http://www.iprbookshop.ru/66414.html</a> |
| 3                          | Ашихмин В. Н., Гитман М. Б., Келлер И. Э., Наймарк О. Б., Столбов В. Ю., Фрик П. Г., Трусков П. В., Введение в математическое моделирование, М.: Логос, 2016     | ЭБС   |

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

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

| Наименование ресурса сети «Интернет»  | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем  | <a href="https://books.ifmo.ru/file/pdf/2140.pdf">https://books.ifmo.ru/file/pdf/2140.pdf</a>   |
| Моделирование информационных процессов<br><a href="https://ppt-online.org/436229">https://ppt-online.org/436229</a> | <a href="https://ppt-online.org/436229">https://ppt-online.org/436229</a>   |
| Методология имитационного моделирования   | <a href="http://simulation.su/uploads/files/default/2007-uch-posob-bronov-1.pdf">http://simulation.su/uploads/files/default/2007-uch-posob-bronov-1.pdf</a> |
| Математическое и имитационное моделирование   | <a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KATAEV/academics/Tab1/MIM_P_teor.pdf">https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KATAEV/academics/Tab1/MIM_P_teor.pdf</a>       |

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| Наименование   | Электронный адрес ресурса   |
|--|---|
| Периодические издания СПбГАСУ                        | <a href="https://www.spbgasu.ru/Univer_sitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Univer_sitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a> |
| Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle       | <a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>   |
| Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ" | <a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>   |
| Электронно-библиотечная система издательства "Лань"  | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>   |
| Информационно-правовая база данных Кодекс            | <a href="http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/">http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/</a>   |
| Информационно-правовая система Консультант           | \\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM  |
| Информационно-правовая система Гарант                | \\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient   |

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

| Наименование             | Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)   |
|--------------------------|---|
| Microsoft Windows 10 Pro | Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016. |
| Microsoft Office 2016    | Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016. |
| Matlab версия R2019a     | МАТЛАВ договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"   |

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы  | Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения   |
|--|---|
| 47. Компьютерный класс   | Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.   |
| 47. Помещения для самостоятельной работы   | Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016  |
| 47. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет. |

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.