

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова»  
Институт математики, физики и компьютерных наук  
Кафедра информационных систем и методов искусственного интеллекта

Утверждена на заседании  
Ученого совета ИМФКН  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Протокол №\_\_

Рабочая программа дисциплины

## **Моделирование информационных систем**

Направление подготовки  
02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование  
информационных систем

Квалификация  
Магистр

Форма обучения  
Очная

Улан-Удэ  
2025

# Пояснительная записка

## Цели освоения дисциплины

Основной целью курса является ознакомление магистрантов с концептуальными основами теории моделирования, применяемыми при исследовании сложных систем с помощью вычислительной техники; формирование научного мировоззрения на основе знания предметной области темы исследования; воспитание научно-исследовательских навыков

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина входит в обязательную часть базовой части блока Б1 по направлению подготовки 02.04.03 "Математическое обеспечение и администрирование информационных систем" (магистратура). Дисциплина читается в 3-м семестре и основывается на классических курсах: «Алгебра», «Математический анализ», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информационные системы».

## Планируемые результаты обучения по дисциплине и индикаторы достижения компетенций.

### В результате освоения дисциплины студент должен:

#### Знать:

Общую теорию систем, современные подходы теории моделирования.

#### Уметь:

использовать основные классы моделей и методы их построения для моделирования производственных систем и процессов; планировать проведение имитационных экспериментов и обрабатывать их результаты.

#### Владеть:

примерами построения моделей устройств, программными средствами моделирования предметной области, прикладных и информационных процессов.

## Планируемые результаты освоения образовательной программы:

ОПК-3	Способен проводить анализ качества, эффективности применения и соблюдение информационной безопасности при разработке программных продуктов и программных комплексов
ОПК-3.1	Проводит анализ качества и эффективности применения в ходе разработки программных продуктов и программных комплексов
ОПК-3.2	Соблюдает требования информационной безопасности при разработке программных продуктов и программных комплексов
ПК-1	Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования
ПК-1.1	Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта

**Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часа.

№	Название разделов дисциплины	Лекция	Лабораторная работа	Самостоятельная работа
Семестр 3		16	30	107
1	Моделирование систем	8	12	38
2	Имитационное моделирование	8	18	69

## Тематическое планирование курса

### Темы

## Моделирование систем

Семестр 3

### Основные понятия

Лекция. 2(0) ч. Классификация моделей систем

### Моделирование систем массового обслуживания

Лекция. 2(0) ч. Основы моделирования систем массового обслуживания. Базовые понятия и определения. Основные составляющие системы GPSSW. Типы объектов. Операторы языка PLUS. Строковые процедуры. Математические процедуры. Сервисные процедуры. Функции типовых распределений вероятностей.

Лабораторная работа. 2(0) ч. Моделирование работы магазина

Лабораторная работа. 2(0) ч. Моделирование движения на пешеходном переходе

Самостоятельная работа. 4(0) ч. Моделирование работы автозаправочной станции

Лабораторная работа. 2(0) ч. Моделирование производственных систем: моделирование работы транспортного конвейера

Лекция. 2(0) ч. Основные этапы моделирования в системе GPSSW

Лекция. 2(0) ч. Моделирование в интерактивном режиме

Лабораторная работа. 2(0) ч. Моделирование работы участка цеха

Самостоятельная работа. 2(0) ч. Моделирование работы инструментальной кладовой

Самостоятельная работа. 6(0) ч. Моделирование работы супермаркета

Лабораторная работа. 4(0) ч. Моделирование системы «Хищник–добыча»

Самостоятельная работа. 10(0) ч. Моделирование распространения эпидемии

Самостоятельная работа. 8(0) ч. Моделирование системы управления качеством

Самостоятельная работа. 8(0) ч. Моделирование системы управления запасами

## Имитационное моделирование

Семестр 3

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Лекция. 2(0) ч. Исходные понятия и определения. Разновидности моделирования. Классификация систем компьютерного моделирования

Лекция. 2(0) ч. Системный анализ и этапы имитационного моделирования сложных систем

Самостоятельная работа. 10(0) ч. Проектирование и разработка имитационных моделей сложных объектов

### Основы моделирования в AnyLogic

Лабораторная работа. 2(0) ч. Базовые инструменты для разработки модели в среде AnyLogic

Лабораторная работа. 4(0) ч. Моделирование задачи системной динамики «Ассимиляция этносов»

Лекция. 2(0) ч. Методология системной динамики

Лабораторная работа. 4(0) ч. Колебания маятника Фуко

Самостоятельная работа. 8(0) ч. Пространственный осциллятор

Самостоятельная работа. 8(0) ч. Связанные маятники

Лекция. 2(0) ч. Методология дискретно-событийного моделирования

Лабораторная работа. 4(0) ч. Дискретно-событийная модель стоматологической клиники

Самостоятельная работа. 10(0) ч. ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ И СЕТЕЙ

Лабораторная работа. 4(0) ч. Модель дорожного перекрестка

Самостоятельная работа. 8(0) ч. Модель дорожного движения на трех перекрестках

Самостоятельная работа. 4(0) ч. Модель дорожно-транспортной развязки с железнодорожным переездом

Самостоятельная работа. 8(0) ч. Модель трубовидной транспортной развязки

Самостоятельная работа. 5(0) ч. Пешеходная динамика покупателей в магазине

Самостоятельная работа. 8(0) ч. Пешеходная динамика зрителей в кинотеатре

## БРС

Семестр	Контрольные точки	Баллы

Семестр	Контрольные точки	Баллы
	Лабораторная работа	20
	Лабораторная работа	20
3	<b>Текущий контроль</b> в разделе «Имитационное моделирование»	
	Лабораторная работа	20
3	<b>Экзамен</b>	
	экзамен	40

Итого за семестр 3: 100

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного процесса

### Образовательные технологии (в том числе на занятиях, проводимых в интерактивных формах).

Применяются традиционные образовательные технологии: информационные лекции и практические занятия, а также интерактивные технологии: лекция "обратной связи", лекция-провокация. На практических занятиях работа в малых группах: групповое обсуждение кого-либо вопроса направлено на достижение лучшего взаимопонимания и нахождения истины. Групповое обсуждение способствует лучшему усвоению изучаемого материала. Оптимальное количество участников - 5-7 человек. Перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого они должны подготовить аргументированный обдуманный ответ. Преподаватель может устанавливать правила проведения группового обсуждения – задавать определенные рамки обсуждения, ввести алгоритм выработки общего мнения, назначить лидера и др. В результате группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

- [kolesov\\_yu\\_b\\_senichenkov\\_yu\\_b\\_modelirovanie\\_sistem\\_praktikum.pdf](https://my.bsu.ru/content/file/2/29/298/468940_kolesov_yu_b_senichenkov_yu_b_modelirovanie_sistem_praktikum.pdf)  
Режим доступа: [https://my.bsu.ru/content/file/2/29/298/468940\\_kolesov\\_yu\\_b\\_senichenkov\\_yu\\_b\\_modelirovanie\\_sistem\\_praktikum.pdf](https://my.bsu.ru/content/file/2/29/298/468940_kolesov_yu_b_senichenkov_yu_b_modelirovanie_sistem_praktikum.pdf)
- [Учебно-методический материал.docx](https://my.bsu.ru/content/file/2/29/298/829832_uchebno-metodicheskii-material.docx)  
Режим доступа: [https://my.bsu.ru/content/file/2/29/298/829832\\_uchebno-metodicheskii-material.docx](https://my.bsu.ru/content/file/2/29/298/829832_uchebno-metodicheskii-material.docx)

### Учебно-методические материалы, в том числе методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекции: информационные, проблемные, видео-лекции, с ошибочными элементами, типа конференций, с элементами беседы, с элементами дискуссии, с разбором конкретных ситуаций, типа консультаций, с элементами затрудняющих условий, с элементами тестирования, с элементами исследований, обзорные. Практические занятия: с опросом теоретического материала, повторение наиболее сложных моментов преподавателем, вызовы к доске, самостоятельная работа студентов под контролем преподавателя, взаимопомощь, в затруднительных ситуациях помощь преподавателя, комментарии к

домашним заданиям, проверка выполнения домашних заданий, тесты на бумажных носителях, тесты на ЭВМ, письменные контрольные работы по темам (в аудитории и домашние), контрольные работы на ЭВМ, итоговые контрольные работы, групповое решение творческих задач.

### Оценочные средства

По данной дисциплине разработаны оценочные средства, критерии их оценивания, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (в приложении).

### Список литературы

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

#### Основная

1. [МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ](#): Учебник/Советов Б.Я., Яковлев С.А.. —М.: Издательство Юрайт, 2017. —343 с.  
Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/6879586E-FBDD-40EA-9BA7-CBBD0DF9EB2D>
2. [МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ. ПРАКТИКУМ](#): Учебное пособие для бакалавров/Советов Б.Я., Яковлев С.А.. —М.: Издательство Юрайт, 2016. —295 с.  
Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/FB9106FF-B389-43F5-8A5C-D4EA2C389D0E>
3. [ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ](#): Учебник и практикум/Вьюненко Л.Ф., Михайлов М.В., Первозванская Т.Н.. —М.: Издательство Юрайт, 2016. —283 с.  
Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/BEE05A5A-1AB0-4A08-ADB1-70BC357B6C20>
4. [МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ. ПРАКТИКУМ](#): Учебное пособие/Волкова В.Н. - Отв. ред.. —М.: Издательство Юрайт, 2016. —295 с.  
Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/ECA171E1-BCA4-41BD-AB27-C82E9B5A6FB7>
5. Советов Б. Я. Моделирование систем: учебник для вузов по спец. "Информатика и вычислительная техника" , "Информационные технологии"/Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. —М.: Высш.шк., 2001. —343 с.
6. [GPSS Word](#)/Е.М.Кудрявцев. —Москва: ДМК Пресс, 2008. —317 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1213](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1213)

#### Дополнительная

1. [Математическое моделирование систем и процессов](#)/Н.В. Голубева. —Москва: Лань", 2016. —191 с.  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=76825](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825)
2. [Моделирование процессов и систем](#)/Петров А.В.. —Москва: Лань", 2015  
Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=68472](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68472)
3. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем : введение в моделирование с AnyLogic 5/Ю. Г. Карпов. —СПб.: БХВ-Петербург, 2009. —390 с.
4. Михайлов Г. А. Численное статистическое моделирование : методы Монте-Карло: учеб. пособие для вузов по напр. "Прикладная математика"/Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. —М.: Академия, 2006. —366, [1] с.

**Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Федеральный портал. Российское образование. <http://www.edu.ru/>

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

- 1) Личный кабинет преподавателя или студента БГУ <http://my.bsu.ru/>
- 2) Электронные библиотечные системы: Руконт, издательство «Лань», Консультант студента
- 3) бесплатное ПО GPSS, AnyLogic

**Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (интерактивная доска, проектор, ПК); 2. учебная аудитория для проведения практических занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (интерактивная доска, проектор, ПК); помещения для самостоятельной работы обучающихся (университетские компьютерные классы, читальные залы Научной библиотеки БГУ и др.) с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова»  
Институт математики, физики и компьютерных наук  
Кафедра информационных систем и методов искусственного интеллекта

Фонд оценочных средств по учебной дисциплине

### **Моделирование информационных систем**

Направление подготовки  
02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Квалификация  
Магистр

Форма обучения  
Очная

Улан-Удэ  
2025



**Паспорт фонда оценочных средств (ФОС) по дисциплине  
«Моделирование информационных систем»**

**Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

ОПК-3	Способен проводить анализ качества, эффективности применения и соблюдение информационной безопасности при разработке программных продуктов и программных комплексов
ОПК-3.1	Проводит анализ качества и эффективности применения в ходе разработки программных продуктов и программных комплексов
ОПК-3.2	Соблюдает требования информационной безопасности при разработке программных продуктов и программных комплексов
ПК-1	Способен выбирать, разрабатывать и проводить экспериментальную проверку работоспособности программных компонентов систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования
ПК-1.1	Выбирает и разрабатывает программные компоненты систем искусственного интеллекта

**Этапы формирования компетенции**

Семестр	Вид контроля	Оценочные средства
3 семестр	Текущий	Лабораторные работы
	Итоговый (экзамен)	Теоретические вопросы к экзамену, Экзаменационные билеты

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидность: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- определенность: оценочные средства должны быть понятны каждому обучающемуся;
- однозначность: одинаковость оценки качества оценочного средства;
- надежность: использование единообразных показателей и критериев для оценивания достижений.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Показатели оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценивания	Официальный цифровой эквивалент оценки
Знать: – основные классы математических моделей систем, методы их построения и компьютерной реализации; – методы планирования машинных экспериментов,	Высокий	85 – 100 баллов	5 (отлично)
	Базовый	70 – 84 баллов	4 (хорошо)
	Пороговый	60-69 баллов	3

обработки и анализа их результатов. Уметь: – использовать основные классы моделей и методы их построения для моделирования производственных систем и процессов; – планировать проведение имитационных экспериментов и обрабатывать их результаты; Владеть: методами построения имитационных моделей и навыками их компьютерной реализации			(удовлетворительно)
--	--	--	---------------------

#### Балльно-рейтинговая система

Для текущего и итогового контроля качества обучения студентов и магистрантов применяется балльно-рейтинговая система, разработанная в соответствии с «Положением об организации учебного процесса с применением кредитно-модульной системы обучения», утвержденным Учебно-методическим советом ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет» от 20 февраля 2012 г. Целью БРС является определение уровня успешности освоения (завершения изучения) обучающимися учебных дисциплин (модулей, циклов) через балльные оценки и рейтинги качества сформированных знаний, умений, профессиональных компетенций, накапливаемые в соответствии с измеряемыми в зачетных единицах трудоемкостями каждого цикла (модуля, дисциплины) и основной образовательной программы в целом.

1. Общая максимальная сумма баллов, которую студент может набрать по дисциплине в течение семестра – 100 баллов: 60 баллов текущий контроль и 40 баллов итоговый контроль (экзамен).

2. Минимальная сумма баллов, при которой студент допускается к экзамену (итоговому контролю), равна 20 баллам.

3. Минимальная сумма баллов, при которой студент получает положительную итоговую оценку по дисциплине равна 60 баллам (60% от 100 баллов).

4. Максимальная оценка за выполнение одной лабораторной работы – 10 баллов.

Связь между четырехбалльной и стобалльной системами оценки качества обучения студентов

Оценка	Рейтинговые баллы
Отлично	80-100
Хорошо	70-80
Удовлетворительно	60-70

### 3 СЕМЕСТР

#### ПРИМЕРЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ)

##### Лабораторная работа №1 «Моделирование непроизводственных систем»

##### Пример « Моделирование работы магазина»

**Постановка задачи.** Допустим, нам надо промоделировать работу небольшого магазина, который имеет один кассовый аппарат и одного продавца. Известны следующие параметры функционирования магазина:

- поток покупателей (требований), приходящих в магазин за покупками, равномерный;
- интервал времени прибытия покупателей колеблется в пределах от 8,7 до 10,3 мин включительно, или  $9,5 \pm 0,8$  мин;
- время пребывания покупателей у кассового аппарата составляет  $2,3 \pm 0,7$  мин. После этого покупатели подходят к продавцу для получения товара;
- время, потраченное на обслуживание покупателей продавцом, составляет  $10 \pm 1,4$  мин. Требуется определить параметры функционирования магазина:
- коэффициент загрузки кассира;
- коэффициент загрузки продавца;
- максимальное, среднее и текущее число покупателей в каждой очереди;
- среднее время обслуживания в каждом канале обслуживания;
- среднее время нахождения покупателя в каждой очереди и др.

#### **Требования и рекомендации к реализации.**

Применить ПО GPSS. Для моделирования работы магазина необходимо сформировать входной поток покупателей (требований) и временной интервал моделирования работы магазина. Но перед этим необходимо выбрать единицу измерения времени. Для моделирования работы магазина можно взять в качестве единицы измерения минуту.

#### **Материалы.**

1. Кудрявцев, Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. М. Кудрявцев. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 317 с. — ISBN 5-94074-219-X.
2. Бесплатное ПО GPSS World <http://www.minutemansoftware.com/simulation.htm>

#### **Контрольные вопросы.**

1. Математическая постановка задачи
2. Пояснить результаты и параметры функционирования
3. Пояснить алгоритм и программный код

### **Лабораторная работа №2. «Моделирование непроизводственных систем»**

#### **Пример «Моделирование работы транспортного конвейера»**

**Постановка задачи.** Допустим, к рабочим поступают на изготовление детали с транспортного конвейера. Интервал между поступлениями двух идущих одна за другой деталей равен  $9 \pm 1$  мин. Время изготовления детали первым рабочим составляет  $12 \pm 1$  мин, а вторым –  $13 \pm 2$  мин. Если рабочий занят, он не берет деталь с конвейера, и она перемещается к другому рабочему. Требуется смоделировать работу первого и второго рабочих в течение смены. Необходимо определить коэффициент использования первого и второго рабочих (первого и второго каналов обслуживания) и число деталей, изготовленных каждым из них.

#### **Требования и рекомендации к реализации.**

Применить ПО GPSS. Особенности моделирования данной системы заключаются в следующем: первая деталь (требование) поступает на изготовление (обслуживание) через 15 мин после начала смены; детали не накапливаются у первого рабочего. Если он занят, то детали поступают на обработку ко второму рабочему; время моделирования – рабочая смена – 480 мин

#### **Материалы.**

1. Кудрявцев, Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. М. Кудрявцев. — Москва : ДМК Пресс, 2008. — 317 с. — ISBN 5-94074-219-X.
2. Бесплатное ПО GPSS World <http://www.minutemansoftware.com/simulation.htm>

#### **Контрольные вопросы.**

1. Математическая постановка задачи
2. Пояснить результаты и параметры функционирования
3. Пояснить алгоритм и программный код

#### **Лабораторная работа №3. «Дискретно-событийное моделирование».**

**Постановка задачи.** Промоделировать работу билетных касс. В кассы есть единая очередь, которую обслуживают две основные кассы. Если основные кассы не справляются с потоком покупателей, то открывается третья касса. Поток покупателей меняется в зависимости от времени суток и становится больше в выходные дни. Расписание потока покупателей приведено ниже. Рабочие дни: 8:00–13:00 — десять человек в час; 13:00–16:00 — пятнадцать человек в час; 16:00–22:00 — двадцать человек в час. Выходные дни: 9:00–12:00 — двадцать человек в час; 12:00–21:00 — сорок человек в час. Покупатели, время ожидания покупки у которых превысило час, уходят из касс, не купив билета. Время обслуживания одного покупателя в кассах меняется случайным образом от 2 до 15 минут и в среднем составляет 5 минут. Предусмотреть в модели учет купивших и некупивших билеты.

#### **Требования и рекомендации к реализации.**

Применить ПО AnyLogic.

#### **Материалы.**

1. Лимановская, О.В. Имитационное моделирование в AnyLogic 7. В 2 ч., ч. 2 : лабораторный практикум / О.В. Лимановская. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 104 с.
2. Бесплатное ПО AnyLogic <https://www.anylogic.ru/>
3. Документация и учебные пособия <https://anylogic.help/ru>

#### **Контрольные вопросы.**

1. Математическая постановка задачи
2. Пояснить результаты и параметры функционирования
3. Пояснить алгоритм и программный код

#### **Лабораторная работа №4. «Агентное моделирование».**

**Задача** Промоделировать систему доставки мороженого с завода до складов и из складов до магазинов.

#### **Требования и рекомендации к реализации.**

Применить ПО AnyLogic.

#### **Материалы.**

1. Лимановская, О.В. Имитационное моделирование в AnyLogic 7. В 2 ч., ч. 2 : лабораторный практикум / О.В. Лимановская. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 104 с.
2. Бесплатное ПО AnyLogic <https://www.anylogic.ru/>
3. Документация и учебные пособия <https://anylogic.help/ru>

### **Контрольные вопросы.**

1. Математическая постановка задачи
2. Пояснить результаты и параметры функционирования
3. Пояснить алгоритм и программный код

### **Лабораторная работа №5. «Системная динамика».**

**Модель распространения эпидемии.** Построить модель, изучающую распространение инфекционного заболевания среди населения. Рассмотреть численность населения, равную 10 000 человек, которую обозначить как TotalPopulation. Вначале заражен только один человек, а все остальные лишь восприимчивы к болезни. Во время болезни один человек в среднем контактирует с другими с интенсивностью ContactRateInfectious, равной 1.25 человека в день. Если заразившийся человек контактирует с восприимчивым к болезни, то вероятность передачи инфекции Infectivity равняется 0.6. После того, как человек заражается, инкубационный период AverageIncubationTime длится 10 дней. Средняя длительность болезни после инкубационного периода AverageIllnessDuration (другими словами, длительность периода, когда этот человек может заражать других) составляет 15 дней. Выздоровевшие люди получают иммунитет к болезни и не могут снова заболеть.

### **Требования и рекомендации к реализации.**

Применить ПО AnyLogic.

### **Материалы.**

1. Григорьев И. AnyLogic за три дня. 2017.
2. Бесплатное ПО AnyLogic <https://www.anylogic.ru/>
3. Документация и учебные пособия <https://anylogic.help/ru>

### **Контрольные вопросы.**

1. Математическая постановка задачи
2. Пояснить результаты и параметры функционирования
3. Пояснить алгоритм и программный код

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НА ЭКЗАМЕН (ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ)**

1. Классификация моделей систем. Этапы моделирования
2. Система массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания Имитационная модель;
3. Базовые понятия и определения: динамические элементы системы, именованные величины, типы данных, элементы выражений, арифметические целые переменные, арифметические переменные с фиксированной точкой, булевы переменные, вычислительные выражения, основные операторы языка GPSS, цепи событий.
4. Основные составляющие системы GPSSW: типы объектов, операторы языка PLUS, строковые процедуры, математические процедуры, сервисные процедуры, функции типовых распределений вероятностей.
5. Основные этапы моделирования в системе GPSSW: постановка задачи, выявление основных особенностей, создание имитационной модели процесса, моделирование системы, модернизация исходной модели, отладка модели, снимки и динамические окна, инициализация элементов, определение матрицы.
6. Анализ работы разомкнутых, замкнутых и многофазных систем массового обслуживания

7. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ. Исходные понятия и определения. Разновидности моделирования. Классификация систем компьютерного моделирования. Системный анализ и этапы имитационного моделирования сложных систем
8. Базовые инструменты для разработки модели в среде AnyLogic. Методология системной динамики. Методология дискретно-событийного моделирования
9. Динамические системы. Гибридные автоматы. Компонентные модели