

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета

прикладной информатики

профессор

27 марта 2020 г.



*С.А. Курносов*

## **Рабочая программа дисциплины**

**Имитационное моделирование**

**Направление подготовки**  
**38.03.05 Бизнес-информатика**

**Направленность**  
**Архитектура предприятия**


**Уровень высшего образования**  
**бакалавриат**

**Форма обучения**  
**очная**

**Краснодар**  
**2020**

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование» разработана на основе ФГОС ВО 38.03.05 Бизнес-информатика утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 11.08.2016 г. № 1002.

Автор:  
канд. экон. наук, доцент

  
О. Ю. Франциско

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры экономической кибернетики от 02.03.2020 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  
профессор, д-р экон. наук

  
А. Г. Бурда

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета прикладной информатики, протокол от 27.03.2020 г., протокол № 7.

Председатель  
методической комиссии  
канд. пед. наук, доцент

  
Т. А. Крамаренко

Руководитель  
основной профессиональной  
образовательной программы  
канд. экон. наук, доцент

  
А. Е. Вострокнутов

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины «Имитационное моделирование» является формирование комплекса знаний об организационных, научных и методических основах моделирования систем, способах построения моделей и их компьютерной реализации, а также методах повышения точности моделей, получения навыков проектирования моделей и моделирующих систем и использования их в задачах и автоматизированных системах управления.

### **Задачи дисциплины**

- приобрести систему знаний об имитационных методах моделирования, позволяющих принимать соответствующие решения в условиях рыночной экономики;
- овладеть основными навыками имитационного моделирования систем массового обслуживания;
- научиться постановке экономических задач, как задач имитационного моделирования;
- научиться формулировать общую постановку задачи и разрабатывать ее алгоритмическую схему;
- приобрести навыки постановки конкретных задач и разработки их имитационных моделей.

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:**

ОПК-1 – способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

ПК-17 — способность использовать основные методы естественных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования;

ПК-18 — способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.



1	<p><b>Понятие и сущность имитационного моделирования.</b>          Возникновение и развитие имитационных методов. Предмет курса. Методы исследования, применяемые в курсе. Задачи курса. Основные понятия и определения, концепции и границы возможностей классических математических методов.</p>	ОП К-1, ПК-17, ПК-18	6	4	4	9
2	<p><b>Математические предпосылки создания имитационной модели.</b>          Статистическое моделирование случайных процессов. Суть метода Монте-Карло. Границы возможностей метода. Моделирование систем массового обслуживания с использованием метода Монте-Карло. Процессы массового обслуживания в различных системах: потоки, задержки, обслуживание. Формула Поллачека-Хинчина. Пример имитационного моделирования системы массового обслуживания.</p>	ОП К-1, ПК-17, ПК-18	6	4	4	9
3	<p><b>Типовые системы имитационного моделирования.</b>          Инструментальные средства имитационного моделирования, обладающие собственными языковыми средствами. Обзор современных систем имитационного моделирования.</p>	ОП К-1, ПК-17, ПК-18	6	4	4	9
4	<p><b>Планирование компьютерного эксперимента.</b></p>	ОП К-1, ПК-	6	4	6	9

№ п/ п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	Проведение модельных экспериментов, представление и интерпретация результатов моделирования. Масштаб времени. Реальное время. Машинное время. Модельное время	17, ПК-18					
Итого				16	18		36

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания (для самостоятельной работы)

1. Франциско О.Ю. Имитационное моделирование : практикум / О. Ю. Франциско. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 96 с.  
[https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Praktikum\\_IM.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Praktikum_IM.pdf)

2 Франциско О.Ю. Имитационное моделирование : метод. указания по контактной работе / сост. О. Ю. Франциско. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 34 с.  
[https://edu.kubsau.ru/file.php/118/16\\_IM\\_dlja\\_BI\\_dlja\\_laboratorykh\\_zanjatii\\_Francisko\\_527859\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/118/16_IM_dlja_BI_dlja_laboratorykh_zanjatii_Francisko_527859_v1_.PDF)

3 Франциско О.Ю., Осенний В. В. Имитационное моделирование : метод. указания по самостоятельной работе / сост. О. Ю. Франциско, В. В. Осенний. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 24 с.  
[https://edu.kubsau.ru/file.php/118/17\\_IM\\_dlja\\_BI\\_dlja\\_samostojatelnoi\\_raboty\\_Francisko\\_Osenii\\_527861\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/118/17_IM_dlja_BI_dlja_samostojatelnoi_raboty_Francisko_Osenii_527861_v1_.PDF)

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
<i>ОПК-1 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</i>	
1	Информатика
1, 2	Программирование
2	Электронная коммуникация
2	Программные и аппаратные средства информатики
2	Информационные технологии поддержки личной работы
2	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
3	Объектно-ориентированное программирование
3	Информационные технологии
5	Базы данных
5	Анализ данных
6	Общая теория систем
6	Имитационное моделирование
7	Архитектура предприятия
7	Управление ИТ-сервисами и контентом
8	Электронный бизнес
8	Информационная безопасность
8	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты
<i>ПК-17 - способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования</i>	
1	Дискретная математика
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
12	Программирование
2	Математический анализ
2	Теория вероятностей и математическая статистика
3	Дифференциальные и разностные уравнения
3	Элементы теории нечетких множеств
3	Алгоритмы и структуры данных
4	Математическая экономика
4	Научно-исследовательская работа
4	Системы компьютерной математики
5	Анализ данных
5	Исследование операций
6	Общая теория систем
6	Имитационное моделирование
6	Системный анализ
6	Анализ сложных систем
6	Основы финансовых вычислений
6	Информационные системы в финансово-кредитной сфере
7	Инженерия знаний и интеллектуальные системы
8	Преддипломная практика

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
8	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты
<i>ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования</i>	
1	Дискретная математика
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия
1, 2	Программирование
2	Математический анализ
2	Теория вероятностей и математическая статистика
2	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
3	Дифференциальные и разностные уравнения
3	Объектно-ориентированное программирование
3	Элементы теории нечетких множеств
3	Алгоритмы и структуры данных
4	Математическая экономика
4	Бухгалтерский и управленческий учет
4	Научно-исследовательская работа
4	Системы компьютерной математики
5	Анализ данных
5	Исследование операций
5	Разработка приложений в среде Microsoft Office
5	Компьютерная графика
6	Общая теория систем
6	Имитационное моделирование
6	Разработка бизнес-приложений
6	WEB-программирование
6	Системный анализ
6	Анализ сложных систем
6	Основы финансовых вычислений
6	Информационные системы в финансово-кредитной сфере
7	Инженерия знаний и интеллектуальные системы
7	Современные методы и системы принятия решений
8	Информационная бизнес-аналитика
8	Разработка приложений для мобильных устройств
8	Разработка программ системного назначения
8	Преддипломная практика
8	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты

\*Номер семестра соответствует этапу формирования компетенции

## **7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**



Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
<i>ОПК-1 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</i>					
Знать: - основные принципы применения ИКТ в профессиональной деятельности - основные требования по организации защиты информации	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Реферат Тест Задача Зачет (вопросы и задания)
Уметь: - применять на практике основные принципы применения ИКТ в профессиональной деятельности - перечислять и давать общую характеристику видов и источников угроз безопасности; - оценивать источники угроз информационной безопасности для различных профессиональных областей; - использовать современные средства защиты	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
информации					
Владеть: - технологиями использованная современных ИКТ в рамках профессиональной деятельности - современным и технологиями и средствами защиты информации	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	
ПК-17 – способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования					
Знать: - основные методы естественнонаучных дисциплин с целью их использования в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Реферат Тест Задача Зачет (вопросы и задания)
Уметь: - использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены	

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
теоретическое и экспериментальное исследования		полном объеме	объеме, но некоторые недочетами	все задания в полном объеме	
Владеть: - практическими навыками использования основных методов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonstr ированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonstr ированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	
ПК 18 – способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования					
Знать: - современный математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации.	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Реферат Тест Задача Зачет (вопросы и задания)
Уметь: - использовать соответствующих математический аппарат и инструментальные средства для	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продemonstr ированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены	Продemonstr ированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены	Продemonstr ированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными	

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный, пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.		все задания, но не в полном объеме	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	недочетами, выполнены все задания в полном объеме	
Владеть: - практическим и навыками использования математического аппарата и инструментальных средств для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	

### **7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО**

#### ***Темы рефератов (примеры)***

1. Моделирование при разработке распределенных автоматизированных систем и информационных сетей
2. Моделирование при разработке организационных и производственных систем.
3. Перспективы использования компьютерного моделирования в информационном обществе.
4. Методы познания действительности как способы получения знаний.
5. Математическое моделирование как особый вид мысленного моделирования.

#### ***Тесты (примеры)***

Все многообразие моделей можно разделить на следующие группы

Статические, динамические, реляционные, математические  
Статические, динамические, инкапсулированные, логические  
Имитационные, логические, статические, динамические  
\*Математические, статические, динамические, имитационные

Статические модели демонстрируют:

\*Структуру объекта

Сущность объекта

Поведение объекта во времени

Реакцию объекта на различные факторы

Динамические модели демонстрируют:

Структуру объекта

Сущность объекта

\*Поведение объекта во времени

Реакцию объекта на различные факторы

Аналитическое моделирование предполагает:

\*использование алгебраических, дифференциальных, интегральных и других уравнений, связывающих выходные переменные с входными  
воспроизведение математической моделью логики функционирования системы во времени при различных сочетаниях параметров системы и внешней среды

использование языков программирования и иных программных средств для проектирования сочетаний параметров системы во времени и логики связи входных и выходных переменных

анализ параметров системы и внешней среды с целью создания модели, отражающей математические признаки переменных входных и выходных данных.

### ***Задачи (примеры)***

#### ***Задание 1.***

В банк приходят посетители в среднем через 7 минут (экспоненциальный закон). 75% из них приходят в банкомат, а оставшиеся к операционисту. Если очередь к банкомату больше 3 человек, то очередной посетитель уходит к кассиру (нормальный закон в среднем 5 минут, стандартное отклонение 1,1 мин.). Время обслуживания в банкомате составляет в среднем 2 мин., с отклонением 0,5 мин. (нормальный закон). Время обслуживания у операциониста в среднем 15 мин., с отклонением 4,3 мин. (нормальный закон).

Проанализировать работу обслуживания посетителей в течение 8 часов, обеспечив сбор данных об очередях.

#### ***Задание 2.***

В автопарке работает 4 машины. Они доставляют груз на разгрузку в течение  $20 \pm 4$  мин. Если кран занят, то машины стоят в очереди. Разгрузка машины занимает от 3,3 до 4,7 мин. После разгрузки машины возвращаются за грузом. Смоделируйте работу системы в течение 8 часового рабочего дня.

### **Вопросы и задания для проведения промежуточного контроля**

*Компетенция ОПК-1 «способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности»*

Вопросы к зачету:

1. Понятие имитационной модели. Требования к построению моделей
2. Сущность имитационного моделирования
3. Основные этапы процесса имитационного моделирования
4. Концепции имитационного моделирования
5. Статистическое моделирование случайных процессов (метод Монте-Карло)
6. Моделирование случайных воздействий на системы
7. Моделирование случайных событий
8. Моделирование дискретных случайных величин
9. Моделирование непрерывных случайных величин
10. Области применения имитационного моделирования. Основные положения имитационного моделирования
11. Достоинства и недостатки имитационного моделирования. Пути реализации имитационных моделей
12. Предпосылки создания и использования имитационного моделирования при принятии управленческих решений
13. Законы распределения случайных величин
14. Равномерный закон распределения случайных величин
15. Экспоненциальный закон распределения случайных величин
16. Нормальный закон распределения случайных величин
17. Моделирование систем массового обслуживания с использованием метода Монте-Карло
18. Основные соотношения СМО. Формула Поллачека-Хинчина
19. Оценка качества имитационной модели
20. Примеры систем массового обслуживания, терминология, задачи анализа

*Компетенция ПК-17 «способность использовать основные методы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности для теоретического и экспериментального исследования»*

Вопросы к зачету:

1. Типовые системы имитационного моделирования
2. Программные свойства и понятия языков имитационного моделирования
3. Классификация языков моделирования систем
4. Языковые средства имитационного моделирования. Общие функции управления узлами, транзактами и событиями в модели
5. Особенности построения и использования в процессе моделирования систем пакета GPSS
6. Типы объектов, используемых в пакете GPSS
7. Имитация основных процессов в пакете GPSS: генераторы, очереди, узлы обслуживания и др.
8. Система (язык) GPSS: сфера применения, основные понятия. Примеры явлений предметной области, моделируемых транзактами
9. Система (язык) GPSS: сфера применения, основные понятия. Примеры явлений предметной области, моделируемых объектом GPSS «устройство»
10. Система (язык): сфера применения, основные понятия. Примеры явлений предметной области, моделируемых объектом GPSS «память»
11. Динамика функционирования системы в моделях
12. Управление модельным временем. Изменение времени с постоянным шагом
13. Управление модельным временем. Продвижение времени по особым состояниям
14. Представление времени в имитационной модели
15. Правила окончания процесса имитационного моделирования по числу стартов
16. Правила окончания процесса имитационного моделирования по времени испытаний
17. Основы планирования компьютерного эксперимента
18. Планирование модельных экспериментов. Стратегическое планирование имитационного эксперимента
19. Планирование модельных экспериментов. Тактическое планирование эксперимента
20. Имитация работы с материальными ресурсами. Особенности формализации и моделирования
21. Имитация информационных ресурсов
22. Имитация работы с денежными ресурсами. Особенности формализации и моделирования

*Компетенция ПК 18 – способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования*

Вопросы к зачету:

1. Имитационное моделирование процессов
2. Имитационное моделирование процессов обслуживания заявок в условиях отказов
3. Основные подходы к описанию процессов функционирования информационных систем
4. Закон и алгоритм функционирования системы
5. Непрерывно-детерминированные модели (D - схемы)
6. Дискретно-детерминированные модели (F - схемы)
7. Дискретно-стохастические модели (P - схемы)
8. Непрерывно-стохастические модели (Q - схемы)
9. Статистический анализ результатов моделирования
10. Общие принципы имитационного моделирования многокомпонентных систем
11. Проверка адекватности модели
12. Языковые средства имитационного моделирования. Виды языковых средств и их эволюция
13. Обработка и анализ результатов моделирования. Оценка качества имитационной модели
14. Анализ и интерпретация результатов имитационного моделирования
15. Моделирование параллельных процессов. Виды параллельных процессов
16. Моделирование параллельных процессов. Методы описания параллельных процессов
17. Параметры и переменные имитационной модели
18. Классификация имитационных моделей в зависимости от типа модельного времени
19. Событийный подход. Процессно-ориентированный подход
20. Комбинированный метод построения имитационных моделей

### ***Практические задания для проведения зачета***

#### ***Задание 1.***

В цехе производится обработка кабель-каналов, которые поступают в среднем с интервалом 40 сек. (экспоненциальный закон). Одна часть кабель-канала поступает к оператору 1 (нормальный закон в среднем 4 минуты, стандартное отклонение 1,15 мин.), а другая часть кабель-канала – к оператору 2 (нормальный закон в среднем 6 минут, стандартное отклонение 1,65 мин.). Покинув операторов 1 и 2 части кабель-канала поступают в очередь к оператору 3, который собирает части кабель-канала воедино (нормальный закон в среднем 8 минуты, стандартное отклонение 2 мин.). Процесс сборки начинается, когда оператор свободен и для него доступны обе части кабель-канала. Проанализировать обработку 50 кабель-каналов.

#### ***Задание 2.***

Офисная парковка предусмотрена на 150 мест, на нее пребывают автомобили с интервалом 40 сек. (экспоненциальный закон). На парковке



есть зона для сотрудников (25 мест) и зона для клиентов (125 мест). 10% приезжающих автомобилей принадлежит сотрудникам, 90% - клиентам. Если приезжает сотрудник, и мест в зоне для сотрудников нет, он может припарковаться в зоне для клиентов. Время занимания зоны для сотрудников составляет в среднем 180 мин. (экспоненциальный закон), время занимания зоны для клиентов составляет в среднем 20 мин. (экспоненциальный закон). В случае отсутствия свободных мест в зоне для клиентов, они покидают парковку. Проанализировать работу парковки в течение 8 часов.

### ***Задание 3.***

К рабочим поступают на изготовление детали с транспортного конвейера. Интервал между поступлениями двух идущих одна за другой деталей равен  $4 \pm 1.2$  мин. Время изготовления детали первым рабочим составляет  $12 \pm 1$  мин, а вторым -  $13 \pm 2$  мин, третьим -  $10 \pm 2$  мин. Если первый рабочий занят, он не берет деталь с конвейера, и она перемещается ко второму рабочему. При этом третий рабочий должен обрабатывать все поступающие к нему детали. Смоделировать работу рабочих в течение 8 часовой смены.

### ***Задание 4.***

На производственный участок сборки поступают двигатели по экспоненциальному закону в среднем через 15 минут. Каждый двигатель состоит из 7 деталей. На контроль детали затрачивается в среднем 5 минут со стандартным отклонением 1,4 минуты (нормальный закон распределения). Операция сборки требует одновременного поступления всех семи деталей и производится со временем  $4 \pm 2$  единицы. Смоделировать процесс прохождения 100 двигателей на производственном участке сборочного цеха.

### ***Задание 5.***

В отделении банка работает 2 консультанта и стоит банкомат. В банк приходят клиенты с интервалом 20 сек. (экспоненциальный закон). 65% клиентов приходят только получить наличные или выписку по счету, они могут это сделать в банкомате в среднем за 3 минуты (нормальный закон, стандартное отклонение 0,8 мин.), если банкомат занят, то они обслуживаются у оператора в среднем за 8 минут (экспоненциальный закон). У 35% проходящих клиентов вопросы, требующие консультации только оператора, они обслуживаются в среднем 20 минут (нормальный закон, стандартное отклонение 5,5 мин.). Проанализировать работу банка в течение 8 часов.

### ***Задание 6.***

В порт прибывают суда для разгрузки с интервалом 30 мин (экспоненциальный закон). Ввод и вывод кораблей в порт осуществляют 4 буксира. При этом 70% судов требуют использования одного буксира, а 30% - двух буксиров. Время входа в порт кораблей составляет в среднем 10 минут (экспоненциальный закон). Время погрузки-разгрузки может варьироваться: 35% кораблей разгружаются в среднем 1 час (нормальный закон, стандартное отклонение 15 мин.), а 65% кораблей загружаются в среднем 1,5 часа

(экспоненциальный закон). Время вывода кораблей из порта составляет в среднем 7 минут (нормальный закон, стандартное отклонение 1,6 мин.). Проанализировать работу порта в течение 100 часов.

#### ***Задание 7.***

В автомойку, где работают 3 рабочих, приезжают автомобили в среднем с интервалом 15 мин. (экспоненциальный закон). 75% клиентов желают помыть машину, 15% клиентов – помыть машину и отполировать фары, 10% клиентов – помыть машину и чернить колеса. Мойка занимает в среднем 40 минут (нормальный закон, стандартное отклонение 12 мин.), полировка фар – в среднем 8 минут (нормальный закон, стандартное отклонение 2,1 мин.), чернение колес – в среднем 12 минут (нормальный закон, стандартное отклонение 3 мин.). Если рабочие заняты, клиенты ожидают в очереди. Проанализировать работу автомойки в течение 8 часов.

#### ***Задание 8.***

В систему массового обслуживания поступают заявки по экспоненциальному закону через 12 мин. Обработка заявок осуществляется двумя обслуживающими устройствами. Обслуживание заявок первым устройством происходит по нормальному закону в среднем 15 минуты со стандартным отклонением 4,5 мин., вторым – по равномерному закону от 12 до 16 мин. Причем предпочтительнее обработку осуществлять во втором устройстве. Осуществить обработку 100 заявок.

#### ***Задание 9.***

В систему массового обслуживания поступает и обрабатывается фиксированное число заявок. Заявки поступают в систему по равномерному закону из интервала времени, равного от 3 до 8 мин. Обработка заявок осуществляется также по равномерному закону в интервале времени от 6 до 10 мин. Необходимо смоделировать работу системы при поступлении и обработке 100 заявок. Примечание. Решение поставленной задачи с фиксированным числом входящих и обрабатываемых заявок осуществляется с помощью операнда [D] блока GENERATE.

### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль освоения дисциплины проводится в соответствии с Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

Текущий контроль по дисциплине позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов/тем дисциплины.

Текущий контроль проводится как контроль тематический (по итогам изучения определенных тем дисциплины) и рубежный (контроль

определенного раздела или нескольких разделов, перед тем, как приступить к изучению очередной части учебного материала).

### **Тесты**

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

**Критериями оценки реферата** являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

### **Критерии оценки знаний при решении задач**

Оценка **«отлично»** — выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка **«хорошо»** — выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка **«удовлетворительно»** — выставляется обучающемуся,

показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, но при этом он владеет основными понятиями, выносимыми на решение задач.

Оценка **«неудовлетворительно»** – выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на задачи тем дисциплины, не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

### **Критерии оценки знаний при проведении зачета.**

Оценка **«зачтено»** должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), **«не зачтено»** - параметрам оценки «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### **Основная учебная литература:**

1. Франциско О. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / О. Ю. Франциско.— Краснодар : КубГАУ, 2017. – 184 с.  
[https://edu.kubsau.ru/file.php/118/UP\\_IM.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/118/UP_IM.pdf)

2. Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 227 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_59006f8ec13df8.73891496](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496). - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/1005911>

3. Имитационные исследования в среде моделирования GPSS STUDIO : учеб. пособие / В.В. Девятков, Т.В. Девятков, М.В. Федотов ; под общ. ред. В.В. Девяткова. — М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2019. — 283 с. - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/1017978>

### **Дополнительная учебная литература:**

1. Имитационное моделирование объектов с хаотическими факторами: Учебное пособие / Кобелев Н.Б. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с.: - (Бакалавриат) - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/754579> .

2. Имитационное моделирование в экономике и управлении : учебник / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/textbook\\_5b5ab5571bd995.05564317](http://www.dx.doi.org/textbook_5b5ab5571bd995.05564317). - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/988974>

3. Кобелев, Н. Б. Введение в общую теорию имитационного моделирования. Пособие для разработчиков имитационных моделей и их пользователей [Электронный ресурс] / Н. Б. Кобелев. - Москва : Принт - Сервис, 2007. - 126 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/435607>

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

### Перечень ЭБС

№	Наименование	Тематика	Ссылка
1.	IPRbook	Универсальная	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
2.	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная	<a href="https://edu.kubsau.ru/">https://edu.kubsau.ru/</a>
3.	Znanium	Универсальная	<a href="https://znanium.com">https://znanium.com</a>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Франциско О.Ю. Имитационное моделирование : практикум / О. Ю. Франциско. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 96 с. [https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Praktikum\\_IM.pdf](https://edu.kubsau.ru/file.php/118/Praktikum_IM.pdf)

2 Франциско О.Ю. Имитационное моделирование : метод. указания по контактной работе / сост. О. Ю. Франциско. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 34 с. [https://edu.kubsau.ru/file.php/118/16\\_IM\\_dlja\\_BI\\_dlja\\_laboratorykh\\_zanjatii\\_Francisko\\_527859\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/118/16_IM_dlja_BI_dlja_laboratorykh_zanjatii_Francisko_527859_v1_.PDF)

3 Франциско О.Ю., Осенний В. В. Имитационное моделирование : метод. указания по самостоятельной работе / сост. О. Ю. Франциско, В. В. Осенний. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 24 с. [https://edu.kubsau.ru/file.php/118/17\\_IM\\_dlja\\_BI\\_dlja\\_samostojatelnoi\\_raboty\\_Francisko\\_Osenonii\\_527861\\_v1\\_.PDF](https://edu.kubsau.ru/file.php/118/17_IM_dlja_BI_dlja_samostojatelnoi_raboty_Francisko_Osenonii_527861_v1_.PDF)

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют: обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет"; фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы; организовать процесс образования путем

визуализации изучаемой информации посредством использования презентационных технологий; контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

### 11.1 Перечень программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Windows	Операционная система
2	Office	Пакет офисных приложений
3	INDIGO	Тестирование

### 11.2 Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных и поисковых систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1.	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»	Универсальная	<a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>

### 11.3 Доступ к сети Интернет

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета

## 12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

Планируемые помещения для проведения всех видов учебной деятельности:

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)

		программного обеспечения	
1	2	3	4
1	Имитационное моделирование	<p>Помещение №210 ЭК, площадь — 62,3кв.м; посадочных мест — 30; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>кондиционер — 1 шт.; технические средства обучения (проектор — 1 шт.; компьютер персональный — 14 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель)</p> <p>программное обеспечение: Windows, Office, INDIGO.</p> <p>Помещение №4 ЭК, площадь — 31,1кв.м; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.</p> <p>кондиционер — 2 шт.; лабораторное оборудование (шкаф лабораторный — 1 шт.; набор лабораторный — 1 шт.);</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13



		<p>технические средства обучения (принтер — 1 шт.; проектор — 1 шт.; микрофон — 1 шт.; ибп — 4 шт.; сервер — 1 шт.; носитель информации — 1 шт.; компьютер персональный — 15 шт.).</p> <p>Помещение №4 ЭК, площадь — 9,1 кв.м; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. сплит-система — 2 шт.; штатив — 1 шт.; лабораторное оборудование (шкаф лабораторный — 2 шт.; стенд лабораторный — 4 шт.); технические средства обучения (экран — 1 шт.; сетевое оборудование — 5 шт.; сервер — 6 шт.; компьютер персональный — 2 шт.).</p>	
2	Имитационное моделирование	<p>Помещение №206 ЭК, посадочных мест — 20; площадь — 41 кв.м; помещение для самостоятельной работы. Технические средства обучения (компьютер персональный — 9 шт.); доступ к сети «Интернет»;</p> <p>доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;</p> <p>специализированная мебель</p>	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13

		<p>(учебная мебель).</p> <p>Программное обеспечение: Windows, Office, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе</p>	
--	--	--	--