

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Экономический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – Первый  
проректор

подпись

Т. А. Хагуров

«25» мая 2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.37 Имитационное моделирование

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки: 27.03.03 Системный анализ и управление  
*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль):

Интеллектуальная бизнес-аналитика и управление экономическими процессами  
*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения: \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация: бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины Б1.О.37 «Имитационное моделирование» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление»

Программу составил(и):

Н.Ю. Нарыжная, доцент кафедры экономики и управления инновационными системами, к.т.н., доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.О.37 «Имитационное моделирование» утверждена на заседании кафедры экономики и управления инновационными системами протокол № 5 « 11 » мая 2022 г.

Заведующий кафедрой экономики и управления инновационными системами Литвинский К.О.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии экономического факультета, протокол №11 « 17 » мая 2022 г.

Председатель УМК экономического факультета

Дробышевская Л.Н.



Рецензенты:

Гончаров В.А., и.о. директора ООО «АРТРЕ», г. Краснодар

Пьянкова Н.Г., канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры «Математика и информатика» ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Краснодарский филиал

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Овладение студентами общекультурных и профессиональных компетенций, профессиональное понимание проблем имитационного моделирования; овладение индикативным аппаратом и инструментарием теории информации; понимание закономерностей, принципов построения имитационных моделей, применения построенных моделей для решения практических задач. Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в разработке и применении моделей реальных экономических, социальных и информационных систем для проведения собственных научных исследований в финансово-экономической сфере, и формирования навыков принятия и реализации управленческих решений.

### 1.2 Задачи дисциплины

- освоение принципов описания любых экономических и информационных объектов языком имитационных моделей;
- приобретение навыков подготовки и контроля статистической информации, предназначенной для построения имитационных моделей;
- освоение методов построения имитационных моделей и методики проверки адекватности имитационных моделей;
- освоение методов планирования экспериментов на имитационных моделях и сравнения альтернативных конфигураций систем;
- принятие управленческих решений по результатам проведенного исследования с помощью имитационного моделирования;
- изучение возможностей решения экономических задач с использованием методов имитационного моделирования.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть дисциплин учебного плана подготовки бакалавров направления «Системный анализ и управление». Логически дисциплина увязана с такими основными базовыми курсами как «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Моделирование процессов и систем», выступает основной по отношению к курсам «Бизнес-планирование», «Анализ Big Data», «Выполнение выпускной квалификационной работы».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине ( <i>знает, умеет, навык (владеет, может осуществить трудовое действие)</i> )
<b>ОПК-9 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа автоматического управления</b>	
ИОПК-9.3. Осуществляет имитационное моделирование на основе соответствующего программного инструментария	<b>Знает:</b> Технологии анализа данных: статистический анализ, семантический анализ, анализ изображений, машинное обучение, методы сравнения средних, частотный анализ, анализ соответствий, кластерный анализ, дискриминантный анализ, факторный анализ, деревья классификации, многомерное шкалирование, моделирование структурными уравнениями, методы анализа выживаемости, временные ряды, планирование экспериментов, карты контроля качества <b>Умеет:</b>

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, навык (владеет, может осуществить трудовое действие))	
		Использовать программное обеспечение для моделирования и имитационного моделирования процессов
	<b>Навык:</b> Имитационное моделирование кросс-функционального процесса организации или административного регламента организации	
ИОПК-9.4. Осуществляет постановку и выполняет эксперимент на основе инструментария имитационного моделирования	<b>Знает:</b> Методы имитационного моделирования	
	<b>Умеет:</b> Проверять процессные модели на связность и непротиворечивость	
	<b>Навык:</b> Постановка, организация и реализация эксперимента с использованием инструментария имитационного моделирования	

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		Х семестр (часы)	7 семестр (часы)	Х семестр (часы)	Х курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>59,3</b>		<b>59,3</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>52</b>		<b>52</b>		
занятия лекционного типа	18		18		
лабораторные занятия	34		34		
практические занятия	-		-		
семинарские занятия	-		-		
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>7,3</b>		<b>7,3</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	7		7		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3		0,3		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>58</b>		<b>58</b>		
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам и т.д.)	58		58		
<b>Контроль:</b>	<b>26,7</b>		<b>26,7</b>		
Подготовка к экзамену	-		-		
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		
	<b>в том числе контактная</b>	<b>59,3</b>	<b>59,3</b>		

	<b>работа</b>					
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>		<b>4</b>		

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (4 курсе) (*очная форма обучения*)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ЛР	ПЗ	СР
1	2	3	4	5	6	7
1	Подготовка и контроль статистической информации. Методология имитационного моделирования	20	4	6		10
2	Создание имитационных моделей	32	6	10		16
3	Виды имитационного моделирования	28	4	8		16
4	Современные средства моделирования	30	4	10		16
	ИКР	0,3				
	КСР	7				
	Контроль	26,7				
	<i>Всего:</i>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>34</b>		<b>58</b>

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	<i>Раздел 1. Подготовка и контроль статистической информации. Методология имитационного моделирования. Тема 1.1 Введение в имитационное моделирование</i>	1. Место имитационного моделирования среди множества других методов исследования. 2. Классификация имитационных моделей. 3. Законы распределения плотности вероятности случайных величин, наиболее часто встречающихся в имитационном моделировании.	Контрольные вопросы
2.	Тема 1.2 Генераторы случайных чисел	1. Особенности способов получения случайных чисел: табличный, физический и программный способ. 2. Метод серединных квадратов. Недостатки. 3. Линейный конгруэнтный генератор. 4. Теорема о трех условиях для того, чтобы	Контрольные вопросы

		генератор обладал полным периодом. 5. Конгруэнтный генератор с простым модулем. Механизм уклонения от явного деления. 6. Многократные рекурсивные генераторы и сложные генераторы.	
3.	Тема 1.3 Моделирование законов распределения	1. Метод обратного преобразования (обратной функции). 2. Получение дискретных распределений методом обратной функции. 3. Недостатки и достоинства метода обратной функции. 4. Генерирование усеченного распределения с помощью метода обратной функции. 5. Метод композиции для генерирования сложных законов распределения. 6. Метод принятия-отклонения для получения произвольных законов распределения. 7. Специальные свойства и метод свертки для генерирования случайных величин. 8. Генерирование стандартного нормального закона распределения. 9. Изменение параметров законов распределения случайных величин, сдвиг и растяжение.	Контрольные вопросы
4.	Тема 1.4 Требования к генераторам случайных чисел и способы тестирования законов распределения	1. Распределения Хи-квадрат, Стьюдента, Фишера. 2. Критерий Пирсона проверки соответствия статистических данных заданному теоретическому распределению. 3. Критерий Колмогорова проверки соответствия статистических данных заданному теоретическому распределению. 4. Тестирование генераторов случайных чисел на равномерность заполнения многомерного пространства. 5. Тестирование генераторов случайных чисел на независимость случайных величин.	Контрольные вопросы
5.	<i>Раздел 2. Создание имитационных моделей</i> Тема 2.1 Этапы при создании имитационных моделей и исследовании систем	1. Схема этапов исследования систем с помощью имитационного моделирования. 2. Краткое описание содержания этапов при исследовании систем с помощью имитационного моделирования.	Контрольные вопросы
6.	Тема 2.2 Адекватность модели исследуемой системе	1. Определения и схема обеспечения адекватности модели. 2. Валидация концептуальной модели. 3. Верификация компьютерной модели. 4. Валидация компьютерной модели и результатов моделирования.	Контрольные вопросы
7.	Тема 2.3 Планирование экспериментов	1. Виды факторов и отклики. 2. Факторный план $2k$ и эффекты факторов. 3. Факторный план $2k-p$ с дробными	Контрольные вопросы

		<p>репликами.</p> <p>4. Сверхнасыщенные планы и отсеивание факторов.</p> <p>5. Метамоделли.</p>	
8.	<p>Тема 2.4</p> <p>Моделирование систем массового обслуживания</p>	<p>1. Системы массового обслуживания. Основные части системы массового обслуживания.</p> <p>2. Начало и окончание работы системы массового обслуживания.</p> <p>3. Основные критерии оценки работы системы массового обслуживания.</p> <p>4. Моделирование системы массового обслуживания с помощью Excel.</p> <p>5. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS World.</p> <p>6. Моделирование системы массового обслуживания в AnyLogic.</p> <p>7. Стационарный и нестационарный Пуассоновский процесс поступления заявок на обслуживание.</p>	Контрольные вопросы
9.	<p>Тема 2.5</p> <p>Аналитическое решение систем массового обслуживания и его особенности</p>	<p>1. Формулы Литтла.</p> <p>2. Правила составления уравнений Колмогорова для установившегося режима.</p> <p>3. Аналитическое получение характеристик работы СМО.</p> <p>4. Пример получения аналитического решения и сравнения с решением, полученным с помощью имитационного моделирования.</p>	Контрольные вопросы
10.	<p>Тема 2.6</p> <p>Моделирование экономических и информационных систем</p>	<p>1. Моделирование систем управления запасами.</p> <p>2. Моделирование производственных систем.</p> <p>3. Моделирование информационных систем.</p>	Контрольные вопросы
11.	<p><i>Раздел 3. Виды имитационного моделирования</i></p> <p>Тема 3.1 Виды имитационного моделирования</p>	<p>1. Агрегативные модели.</p> <p>2. Непрерывные модели.</p> <p>3. Модели системной динамики.</p> <p>4. Статистические модели и метод Монте-Карло.</p> <p>5. Агентно-ориентированные модели.</p>	Контрольные вопросы
12.	<p><i>Раздел 4. Современные средства моделирования</i></p> <p>Тема 4.1 Современные средства моделирования</p>	<p>1. Расширенные редактор GPSS.</p> <p>2. AnyLogic.</p> <p>3. Arena.</p> <p>4. Pilgrim.</p>	Контрольные вопросы

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1	ЛР №1 – «Законы распределения плотности вероятности случайных величин, наиболее часто встречающихся в имитационном моделировании. Моделирование законов распределения»	Отчет по лабораторной работе в формате Excel
2	ЛР №2 – «Генераторы случайных чисел» (Метод серединных квадратов. Линейный конгруэнтный генератор)	Отчет по лабораторной работе в формате Excel
3	ЛР №3 – «Имитационное моделирование при планировании производственного ассортимента»	Отчет по лабораторной работе в формате Excel
4	ЛР №4 – «Имитационное моделирование инвестиционных рисков. Оценка результатов эксперимента»	Отчет по лабораторной работе в формате Excel
5	ЛР №5 – «Имитационное моделирование в управлении запасами»	Отчет по лабораторной работе в формате Excel
6	ЛР №6 – «Дискретно событийное моделирование в AnyLogic»	Отчет по лабораторной работе в формате Excel

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовая работа не предусмотрена.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Занятия лекционного и семинарского типа	Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года.. Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
2	Выполнение самостоятельной работы обучающихся	Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года.. Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
3	Выполнение лабораторных работ	Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года.. Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>
4	Интерактивные методы обучения	Методические указания по интерактивным методам обучения. Утверждены на заседании Совета экономического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 1 от 30 августа 2018 года. Режим доступа: <a href="https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya">https://www.kubsu.ru/ru/econ/metodicheskie-ukazaniya</a>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины лекции, практические занятия, консультации являются ведущими формами обучения в рамках лекционно-семинарской образовательной технологии.

Лекции излагаются в виде презентации с использованием мультимедийной аппаратуры. Данные материалы в электронной форме передаются студентам.

Основной целью практических занятий является разбор практических ситуаций. Дополнительной целью практических занятий является контроль усвоения пройденного материала. На практических занятиях также осуществляется проверка выполнения заданий.

При проведении практических занятий участники готовят и представляют (с использованием программы PowerPoint) небольшие сообщения по наиболее важным теоретическим аспектам текущей темы, отвечают на вопросы преподавателя и других слушателей. В число видов работы, выполняемой слушателями самостоятельно, входят: 1) поиск и изучение литературы по рассматриваемой теме; 2) поиск и анализ научных статей, монографий по рассматриваемой теме; 3) подготовка реферативных обзоров; 4) подготовка презентации.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях: при реализации различных видов учебной работы (лекций и практических занятий) используются следующие образовательные технологии: дискуссии, презентации, конференции. В сочетании с внеаудиторной работой они создают дополнительные условия формирования и развития требуемых компетенций обучающихся, поскольку позволяют обеспечить активное взаимодействие всех участников. Эти методы способствуют личностно-ориентированному подходу.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения указанной дисциплины. В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения (ролевая игра), технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Вышеозначенные образовательные технологии дают наиболее эффективные результаты освоения дисциплины с позиций актуализации содержания темы занятия, выработки продуктивного мышления, терминологической грамотности и компетентности обучаемого в аспекте социально-направленной позиции будущего специалиста, и мотивации к инициативному и творческому освоению учебного материала.

### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Имитационное моделирование».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме контрольных вопросов по темам, разноуровневых заданий, ситуационных задач, индивидуальных заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-9.3. Осуществляет имитационное моделирование на основе соответствующего программного инструментария	<p>Знает:</p> <p>Технологии анализа данных: статистический анализ, семантический анализ, анализ изображений, машинное обучение, методы сравнения средних, частотный анализ, анализ соответствий, кластерный анализ, дискриминантный анализ, факторный анализ, деревья классификации, многомерное шкалирование, моделирование структурными уравнениями, методы анализа выживаемости, временные ряды, планирование экспериментов, карты контроля качества</p> <p>Умеет:</p> <p>Использовать программное обеспечение для моделирования и имитационного моделирования процессов</p> <p>Навык:</p> <p>Имитационное моделирование кросс-функционального процесса организации или административного регламента организации</p>	Контрольные вопросы Лабораторная работа 1 – 4	Вопрос на экзамене 1-3
2	ИПК-2.1. Анализирует, использует и способен консультировать по вопросам имеющейся информационно-аналитической инфраструктуры для целей осуществления анализа данных и выполнения аналитических работ	<p>Знает:</p> <p>Методы имитационного моделирования</p> <p>Умеет:</p> <p>Проверять процессные модели на связность и непротиворечивость</p> <p>Навык:</p> <p>Постановка, организация и реализация эксперимента с использованием инструментария имитационного моделирования</p>	Контрольные вопросы Лабораторная работа 3, 5, 6	Вопрос на экзамене 1-3

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### *Примерный перечень контрольных вопросов*

1. Суть имитационного моделирования.
2. Механизмы продвижения модельного времени.
3. Этапы построения имитационных моделей.
4. Адекватность модели, схема обеспечения адекватности модели.
5. Адекватность модели и валидация.
6. Адекватность модели и верификация.
7. Адекватность модели, схема сравнения выходных данных.
8. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, виды факторов и откликов.

9. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, поверхности откликов.
10. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, факторный план 2к.
11. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, главные эффекты факторов.
12. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, эффекты взаимодействия факторов.
13. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, факторный план с дробными репликами.
14. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, сверхнасыщенные планы.
15. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, отсеивание факторов.
16. Планирование и проведение экспериментов на имитационных моделях, метамодел.
17. Сравнение альтернативных конфигураций систем, Метод общих случайных чисел.
18. Сравнение альтернативных конфигураций систем, проблема синхронизации случайных чисел.
19. Сравнение альтернативных конфигураций систем, доверительные интервалы при сравнении альтернативных систем (на основе критерия Стьюдента).
20. Сравнение альтернативных конфигураций систем, доверительные интервалы Велча при сравнении альтернативных систем (предназначение).
21. Сравнение альтернативных конфигураций систем, выбор лучшей из множества конфигураций систем.
22. Метод Монте-Карло
23. Законы распределения, наиболее распространенные в практике статистических исследований.
24. Особенности способов получения случайных чисел: табличный, физический и программный способ.
25. Генерирование псевдослучайных чисел. Метод серединных квадратов. Недостатки.
26. Линейный конгруэнтный генератор. Теорема о трех условиях для того, чтобы генератор обладал полным периодом.
27. Конгруэнтный генератор с простым модулем. Механизм избежать явного деления.
28. Многократные рекурсивные генераторы и сложные генераторы.
29. Моделирование законов распределения. Метод обратной функции. Получение дискретных распределений методом обратной функции.
30. Недостатки и достоинства метода обратной функции. Генерирование усеченного распределения с помощью обратной функции.
31. Метод композиции для генерирования сложных законов распределения.
32. Метод принятия-отклонения для получения различных законов распределения.
33. Специальные свойства и метод свертки для генерирования случайных величин.
34. Генерирование нормального закона распределения.
35. Критерий Пирсона проверки соответствия статистических данных заданному теоретическому распределению.
36. Критерий Колмогорова проверки соответствия статистических данных заданному теоретическому распределению.
37. Тестирование генераторов случайных чисел на равномерность заполнения многомерного пространства.
38. Тестирование генераторов случайных чисел на независимость случайных величин.
39. Системы массового обслуживания. Примеры. Из каких характерных частей состоит система массового обслуживания.
40. Основные критерии (характеристики) оценки работы системы массового обслуживания.
41. Стационарный Пуассоновский процесс. Генерирование стационарного Пуассоновского

процесса поступления требований.

42. Нестационарный Пуассоновский процесс. Генерирование не стационарного пуассоновского процесса поступления.

43. Формулы Литтла соотношения длины очереди и времени пребывания в очереди, числа требований в системе и времени пребывания в системе.

44. Аналитическое решение систем массового обслуживания. Правило составления уравнений Колмогорова. Особенности аналитического решения.

45. Непрерывные модели, способы решения.

46. Непрерывные модели, примеры.

47. Модели системной динамики (Дж. Форрестера), примеры.

48. Агентно-ориентированные модели, классификация среды.

### **Пример практического задания лабораторной работы**

*ЛР №1 – «Законы распределения плотности вероятности случайных величин, наиболее часто встречающихся в имитационном моделировании. Моделирование законов распределения».*

#### **Задание:**

1. Построить график функции плотности вероятности.

2. Предложить алгоритм получения случайных величин в соответствии с заданным законом распределения

3. Получить выборку размером 1000 в соответствии с заданным законом распределения.

4. Проверить соответствие полученных данных теоретическому закону распределения по критерию Пирсона или Колмогорова

Примечание. Можно использовать встроенный генератор случайных чисел Excel для получения базовых случайных чисел.

Варианты (краткий примерный перечень):

$$\text{Вариант 1. } f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} \lambda_1 e^{-\lambda_1(b-x)}, & x \in [a, b] \\ 0.15, & x \in [b, c] \\ \frac{1}{3} \lambda_2 e^{-\lambda_2(x-c)}, & x \in [c, d] \\ 0, & x \notin [a, d] \end{cases}$$

где  $a = 9.945$ ,  $b = 13$ ,  $c = 16$ ,  $d = 19.083$ ,  $\lambda_1 = 0.3$ ,  $\lambda_2 = 0.45$

$$\text{Вариант 2. } f(x) = \begin{cases} \frac{0.1(c-x)}{(c-a)} I(x, a, c) + \frac{0.1(x-b)}{(d-b)} I(x, b, d), & x \in [a, d] \\ 0, & x \notin [a, d] \end{cases}$$

где  $a = 3$ ,  $b = 7$ ,  $c = 13$ ,  $d = 17$ , а  $I(x, x_1, x_2) = \begin{cases} 1, & x \in [x_1, x_2] \\ 0, & x \notin [x_1, x_2] \end{cases}$

Вариант 3.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{0.1275(b-x)}{(b-a)} I(x, a, b) + \frac{0.1275(x-c)}{(d-c)} I(x, c, d) + \frac{0.5}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}, & x \in [a, d] \\ 0, & x \notin [a, d] \end{cases}$$

где  $a = 4, b = 8, c = 14, d = 18, m = 11, \sigma = 3,$

$$a I(x, x_1, x_2) = \begin{cases} 1, & x \in [x_1, x_2] \\ 0, & x \notin [x_1, x_2] \end{cases}$$

$$\text{Вариант 4. } f(x) = \begin{cases} \frac{5}{7} \lambda_1 e^{-\lambda_1(x-a)} + \frac{5}{8} \lambda_2 e^{-\lambda_2(b-x)}, & x \in [a, b] \\ 0, & x \notin [a, b] \end{cases}$$

где  $a = 10, b = 20, \lambda_1 = 0.12, \lambda_2 = 0.1617$

$$\text{Вариант 5. } f(x) = \begin{cases} \frac{0.2}{(b-a)}, & x \in [a, b] \\ \frac{0.3}{(c-b)}, & x \in [b, c] \\ \frac{0.5}{(d-c)}, & x \in [c, d] \\ 0, & x \notin [a, d] \end{cases}$$

где  $a = 7, b = 10, c = 13, d = 16$

Студенты должны выполнить все пункты задания и оформить соответствующий файл в Excel с решением, графиками и подробным описанием расчетов и хода решения.

*ЛР №3 – «Имитационное моделирование при планировании производственного ассортимента»*

**Задание:**

- I. (На кондитерской фабрике) Маленькая кондитерская фабрика должна закрыться на реконструкцию. Необходимо реализовать оставшиеся запасы сырья для производства продуктов из ассортимента фабрики, получив максимальную прибыль. Запасы и расход каждого вида сырья для производства единицы продукции каждого вида, а также получаемая при этом прибыль представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Параметры задачи**

Сырье	Запасы	Продукты				
		Ореховый звон, x1	Райский вкус, x2	Батончик, x3	Белка, x4	Ромашка, x5
Темный шоколад	1411	0,8	0,5	1	2	1,1
Светлый шоколад	149	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Сахар	815,5	0,3	0,4	0,6	1,3	0,05
Карамель	466	0,2	0,3	0,3	0,7	0,5
Орехи	1080	0,7	0,1	0,9	1,5	0
Прибыль/ пакет, у.е.		1	0,7	1,1	2	0,6

- II. Условия для задачи имитационного моделирования:

Интервалы изменения переменных (объемов производства)  $400 \leq x_1 \leq 500, 55 \leq x_2 \leq 65, 0 \leq x_3 \leq 15, 480 \leq x_4 \leq 530, 0 \leq x_5 \leq 15$  – изменять равномерно в этих интервалах.

Проанализировать изменение прибыли при изменении каждой переменной по отдельности, фиксируя при этом другие переменные на среднем уровне. Дополнить анализ расчетом коэффициентов корреляции  $r_{yx_i}, r_{yx_1 \dots x_5}$ . Построить графики функций  $y(x_1), \dots, y(x_5), y(x_1,$

...x5).

Изменить равномерно прибыль от реализации Батончика в интервале от 1,1 до 10.  
Определить, при каком значении прибыли эта продукция войдет в план производства.  
Вычислить при каждом плане расход сырья. Построить графики.

*ЛР №4 – «Имитационное моделирование инвестиционных рисков. Оценка результатов эксперимента».*

**Задание:**

Предприятие рассматривает инвестиционный проект по производству нового вида продукту. Проект рассчитан на 5 лет. Первоначальные инвестиции ( $I_0$ ) планируются в объеме 4200 ден. ед. Для определения ежегодных поступлений предлагается использовать формулу, отражающую их структуру:

$$NCF_t = (Q_t \cdot (P_t - V_t) - F - A) \cdot (1 - Nal) + A,$$

где  $Q_t$  – объем выпуска нового вида продукции, шт.,

$P_t$  – цена за штуку,

$V_t$  – переменные затраты на одну единицу продукции,

$F$  – постоянные затраты в объеме 500 ден. ед.,

$A$  – амортизация, 100 ден. ед. в год,

$Nal$  – ставка налога на прибыль, 0,2 или 20%.

Показатели  $Q_t$ ,  $P_t$ ,  $V_t$  – рассматриваются как случайные величины, однако равномерно распределенные и ожидаемы в пределах:

$$150 \leq Q_t \leq 300 \quad 40 \leq P_t \leq 55 \quad 25 \leq V_t \leq 35$$

Таким образом, и сами итоговые денежные потоки  $NCF_t$  в рамках каждого года будут величинами случайными.

В качестве показателя эффективности планируемого инвестиционного проекта можно рассмотреть чистую приведенную (дисконтированную) стоимость проекта (и/или другие показатели):

$$NPV = \sum_{t=1}^5 \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - I_0,$$

где  $i$  – годовая ставка дисконтирования (предполагается неизменной в течение всего расчетного периода).

Для оценки риска получения отрицательного значения  $NPV$  (проект убыточен) можно использовать:

- 1) математическое ожидание  $NPV$ ,
- 2) среднеквадратическое (или стандартное) отклонение  $\sigma_{NPV}$ ,
- 3) коэффициент вариации полученных значений  $NPV$ ,
- 4) вероятность получения отрицательного значения  $NPV$ , т.е.  $P = P\{NPV < 0\}$  или попадания  $NPV$  в более узкий интервал (с указанием границ этого интервала), т.е.  $P = P\{a < NPV < b\}$ .

**СХЕМА работы (исследования):**

1. Ввод фиксированных данных в таблицу Excel.
2. Подготовка форм для равномерной генерации внутри заданных интервалов значений  $Q_t$ ,  $P_t$ ,  $V_t$ . Генерация этих показателей для каждого года расчетного периода. Число генерируемых значений в каждом случае 1000.
3. Вычисление итоговых денежных потоков  $NCF_t$  для каждого года расчетного периода. Определение минимального, максимального, среднего значений, дисперсии и среднеквадратического отклонения.
4. Расчет дисконтирующих множителей для  $NCF_t$ ,  $t = 1, \dots, 5$ . Определить ставку дисконтирования самостоятельно (например, по средней ставке по депозитам банков + 5 на риски).
5. Расчет значения  $NPV$ .
6. Определение минимального, максимального, среднего значений  $NPV$ , дисперсии,

- среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации.
7. Анализ значений  $NPV$  и числовых характеристик распределения этих значений. Формирование интервального вариационного ряда.
  8. Построение гистограммы интервального ряда. Предположения о законе распределения (плотности распределения)  $NPV$ .
  9. Проверка гипотезы (п. 8).
  10. Выводы.

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Классификация имитационных моделей.
2. ГСЧ. Особенности способов получения случайных чисел: табличный, физический и программный способ.
3. ГСЧ. Метод серединных квадратов. Недостатки.
4. ГСЧ. Линейный конгруэнтный генератор.
5. Теорема о трех условиях для того, чтобы генератор случайных чисел обладал полным периодом.
6. Конгруэнтный генератор с простым модулем. Механизм уклонения от явного деления.
7. Моделирование законов распределения: метод обратного преобразования (обратной функции).
8. Моделирование законов распределения: Получение дискретных распределений методом обратной функции.
9. Моделирование законов распределения: Генерирование стандартного нормального закона распределения
10. Метод композиции для генерирования сложных законов распределения.
11. Метод принятия-отклонения для получения произвольных законов распределения.
12. Критерий Пирсона проверки соответствия статистических данных заданному теоретическому распределению.
13. Критерий Колмогорова проверки соответствия статистических данных заданному теоретическому распределению.
14. Тестирование генераторов случайных чисел на независимость случайных величин.
15. Этапы разработки систем имитационного моделирования.
16. Исследование целей и задач построения имитационных моделей.
17. Априорный этап и спецификация имитационных моделей.
18. Информационный этап построения имитационных моделей.
19. Параметризация и верификация имитационной модели.
20. Прогнозирование имитационных моделей.
21. Специализированные программы имитационного моделирования систем.
22. Использование математического пакета компьютерной программы Matlab для построения имитационных моделей систем.
23. Использование математического пакета компьютерной программы Matcad для построения имитационных моделей.
24. Анализ влияния внутренних управляющих ресурсов организации на динамику моделирования имитационной модели системы.
25. Анализ влияния внешних воздействий на мобилизацию внутренних ресурсов при экспериментальном построении имитационной модели системы.
26. Системы массового обслуживания. Основные части СМО. Начало и окончание работы СМО.
27. Основные критерии оценки работы системы массового обслуживания.
28. Показатели эффективности СМО.
29. Стационарный и нестационарный Пуассоновский процесс поступления заявок на обслуживание.

30. Планирование эксперимента: виды факторов и отклики.
31. Планирование эксперимента: факторный план 2<sup>k</sup> и эффекты факторов.
32. Агрегативные, непрерывные модели, модели системной динамики.
33. Агентно-ориентированные модели.
34. Статистические модели и метод Монте-Карло.
35. Современные средства моделирования: расширенный редактор GPSS World.
36. Современные средства моделирования: AnyLogic .
37. Современные средства моделирования: Arena.
38. Современные средства моделирования: Pilgrim.

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	<i>Критерии оценивания по экзамену</i>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1. Учебная литература**

1. Решмин, Б.И. Имитационное моделирование и системы управления. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Вологда: "Инфра-Инженерия", 2020. — 74 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80296>.
2. Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в Anylogic 7 и GPSS World / В.Д. Боев. - 2-е изд., испр. - Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 556 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428950>.
3. Компьютерная имитация экономических процессов [Текст] : учебник / под ред. А. А. Емельянова. - М.: МФПА: [Маркет ДС], 2010. - 463 с.: ил. - (Университетская серия). - Библиогр.: с. 442-443. - ISBN 9785944160645:388.37. – 11 экз.
4. Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 254 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=429005>.
5. Количественные методы в экономических исследованиях [Электронный ресурс]: учебник / под ред. Л. В. Тумановой, М. В. Грачевой, Ю. Н. Черемных. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. - 687 с. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119441>.
6. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. Г. Чикуров. - М.: РИОР: ИНФРА-М, 2013. - 398 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652>.
7. Вьюненко, Л. Ф. Имитационное моделирование: учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. Ф. Вьюненко, М. В. Михайлов, Т. Н. Первозванская; под ред. Л. Ф. Вьюненко. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 283 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01098-5. — Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/4D3D33B8-08F4-4148-AADC-90689A5EB29C>.
8. Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю.И. Бродский. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 240 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3697-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702>.
9. Мицель, А.А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов: учебное пособие / А.А. Мицель, Е.Б. Грибанова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск: ТУСУР, 2016. - 218 с.: ил. - Библиогр.: с.207. - ISBN 978-5-86889-358-2; То же [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480884>.
10. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / Н. Б. Кобелев; Акад. нар. хоз-ва при Правительстве Рос. Федерации. - М.: ДЕЛЮ, 2003. - 335 с.: ил. - Библиогр.: с. 333 - 335. - ISBN 5774903095. – 45 экз.
11. Салмина, Н.Ю. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н.Ю. Салмина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск: ТУСУР, 2015. - 118

с.: схем. - Библиогр.: с. 105.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480901>.

12. Снетков, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учебно-практическое пособие / Н.Н. Снетков. - Москва: Евразийский открытый институт, 2008. - 227 с. - ISBN 978-5-374-00079-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90359>.

13. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование: учебное пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 116 с. - ISBN 978-5-8353-1299-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371>.

## 5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Инженерно-технические решения и инновации, 2018, № 1 (10): Международный научно-практический журнал. ISBN. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=337959>

2. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика; учред. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ. – Москва: Московский Государственный Университет, 2021. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=610694>. – ISSN 0137-0782. – Текст : электронный.

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

**Профессиональные базы данных:**

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>

13. zbMath <https://zbmath.org/>
14. Nano Database <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

##### **КубГУ:**

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

Успешное овладение знаниями по дисциплине предполагает постоянную и кропотливую самостоятельную работу студентов на лекциях, семинарах, при подготовке к контрольным работам и т.д. Под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов, как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Запись *лекции* – одна из форм активной самостоятельной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Данная дисциплина как наука использует свою терминологию, категориальный, графический и экономико-математический аппараты, которыми студент должен научиться пользоваться и применять по ходу записи лекции. Культура записи лекции – один из важнейших факторов успешного и творческого овладения знаниями по современным экономическим проблемам общества. Последующая работа над текстом лекции воскрешает в памяти ее содержание, позволяет развивать экономическое мышление.

Во время лекции студентам необходимо обратить внимание на логику изложения материала преподавателем. Не ждть предложения от преподавателя конспектировать всю лекцию или отдельные ее фрагменты. Пытаться конспектировать самому в удобной для студента форме. Не стремиться записать все дословно, конспектировать необходимо самое главное, основное.

*Лабораторное занятие* по дисциплине – важная форма самостоятельной работы студентов над научной, учебной и периодической литературой. Именно на семинарском занятии каждый студент имеет возможность проверить глубину усвоения учебного материала, показать знание категорий, положений и инструментов экономической политики, и уметь их применить для аргументированной и доказательной оценки экономических процессов, происходящих в современном мире. Участие в семинаре позволяет студенту соединить полученные теоретические знания с решением конкретных практических задач и моделей в области бизнеса, давать оценку экономическим явлениям, происходящим в стране и мире.

К внеаудиторной самостоятельной работе относятся:

- подготовка и написание рефератов, докладов, эссе и других письменных работ на заданные темы;
- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это - решение задач; подбор и изучение литературных источников; разработка и составление различных схем; выполнение графических работ; проведение расчетов и др.;
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы;
- подготовка к участию в научно-теоретических конференциях.

Для успешного усвоения курса важное значение имеет самостоятельная работа с книгой. Студент не должен допускать чтение материала выборочно или «по диагонали», поскольку в этом случае огромное количество необходимой информации остается вне внимания.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий <i>лекционного</i> типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, ноутбук	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus
Учебные аудитории для проведения <i>лабораторных</i> работ  Лаборатория информационных и управляющих систем 201Н Лаборатория экономической информатики 202Н  Лаборатория управления в технических системах 207Н	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютеры, ноутбуки Оборудование: ПК, Терминальные станции, Усилитель автономный беспроводной  Типовой комплект учебного оборудования "Теория автоматического управления", Презентации и плакаты Усилитель автономный беспроводной с микрофоном	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus 1С: Предприятие 8 SPSS Statistics  Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.213 А, 218 А)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus