МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Одобрено Ученым советом
ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 25.08.2025 № 25.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

Имитационное моделирование

для направления подготовки

38.03.05 Бизнес-информатика

образовательная программа

Цифровая трансформация компании

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Имитационное моделирование» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Имитационное моделирование» решаются следующие задачи:

– контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;

– контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1	Способен анализировать прикладную область на концептуальном, логическом, математическом, макро- и микроэкономических уровнях	З-ПК-1 Знать: Сущность и содержание междисциплинарного подхода к решению инновационных задач и экономические рациональные границы применения основных методов организационно-экономического моделирования Методы построения концептуальных, логических, математических и имитационных моделей Методы прогнозирования, технико-экономических исследований научно-технических решений и нормативного проектирования инновационных видов продукции и процессов У-ПК-1 Уметь: Воспринимать (обобщать) научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике научного исследования, готовить реферативные обзоры и отчеты, получать научно-исследовательский опыт в профессиональных социальных сетях Выявлять и оценивать тенденции технологического развития в наукоемких сферах на основе анализа, обобщения и систематизации передового опыта в сфере инноватики по материалам ведущих научных журналов и изданий, с использованием электронных библиотек и интернет-ресурсов В-ПК-1 Владеть навыками: Формирование и обоснование целей и задач исследований и проектных разработок, изыскательских работ, определение значения и необходимости их проведения, путей и методов их решения
ПК-9	Способен осуществлять планирование и организацию проектной деятельности на основе стандартов управления проектами	З-ПК-9 Знать: Сущность и содержание междисциплинарного подхода к решению инновационных задач и экономические рациональные границы применения основных методов организационно-экономического моделирования Методы построения концептуальных, математических и имитационных моделей Методология разработки проектов и программ по реорганизации, реструктуризации и реинжинирингу бизнес-

		процессов инновационных организаций, основные положения стратегии их развития и политики управления Методы организации и планирования работы проектных групп, создания проектных офисов для осуществления технологических, организационных и маркетинговых инноваций У-ПК-9 Уметь: Использовать методы логистики и оптимизировать производственно-технологические ресурсы наукоемкой организации Использовать методики разработки организационных структур и информационно-управленческих систем инновационной организации, управления организационными изменениями в рабочих коллективах при внедрении новой техники и технологий Формулировать требования технического задания и оформлять документацию по проектно-конструкторским работам в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами Разрабатывать организационно-техническую и организационно-экономическую документацию (графики работ, инструкции, планы, сметы, бюджеты, технико-экономические обоснования, частные технические задания) и составлять управленческую отчетность по утвержденным формам Оценивать экономическую эффективность проектно-конструкторских решений Использовать информационные технологии и инструментальные средства при разработке инновационных проектов, применять средства автоматизации при проектировании и подготовке производства В-ПК-9 Владеть навыками: Участие в разработке организационно-технической документации по проектам реинжиниринга бизнес-процессов на стадиях жизненного цикла продукции Участие в работе по определению потребности организации в квалифицированных специалистах по реинжинирингу бизнес-процессов и внедрению информационных систем планирования производственных ресурсов и производственных мощностей Участие в разработке и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования ресурсов организации для повышения

		эффективности производственных процессов

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущая аттестация, 6 семестр			
1	1. Имитационное моделирование и методы математической статистики	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9	Практическая работа 1
2	2. Основы математической статистики. Проверка гипотез	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9	Практическая работа 2
3	3. Имитационная модель для решения экономических задач	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9	Практическая работа 3
4	4. Матричные операции в MS Excel. Решение системы линейных алгебраических уравнений. Расчет межотраслевого баланса	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9	Практическая работа 4
5	5. Решение одноканальных задач массового обслуживания без очереди методом имитационного моделирования	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9	Практическая работа 5

6	6. Решение задачи управления запасами методами имитационного моделирования	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9	Практическая работа 6
7	7. Решение задач многоканальных систем массового обслуживания с очередью	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9	Практическая работа 7
8	8. Модели инвестиционного проекта	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9	Практическая работа 8
Промежуточная аттестация, 6 семестр			
	Зачет		Зачетный билет

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	**Содержательное описание уровня**	**Основные признаки выделения уровня**	**БРС, % освоения**	**ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета**
Высокий *Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Творческая деятельность	*Включает нижестоящий уровень.* Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый *Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины*	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	*Включает нижестоящий уровень.* Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый *Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне*	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	**Текущий контроль**	**Промежуточная аттестация**
высокий	**высокий**	**высокий**
	продвинутый	*высокий*
	высокий	*продвинутый*
продвинутый	*пороговый*	*высокий*
	высокий	*пороговый*
	продвинутый	**продвинутый**
	продвинутый	*пороговый*
	пороговый	*продвинутый*
пороговый	**пороговый**	**пороговый**
ниже порогового	**пороговый**	**ниже порогового**
	ниже порогового	**-**

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

- контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
- контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	**Неделя**	**Балл**	
		Минимум*	Максимум
Текущая аттестация	**1-16**	**36**	**60**
Контрольная точка № 1	**1-8**	**18**	**30**
Практическая работа № 1	2	4,5	7,5
Практическая работа № 2	4	4,5	7,5
Практическая работа № 3	6	4,5	7,5
Практическая работа № 4	8	4,5	7,5

Контрольная точка № 2	**9-16**	**18**	**30**
Практическая работа № 5	10	4,5	7,5
Практическая работа № 6	12	4,5	7,5
Практическая работа № 7	14	4,5	7,5
Практическая работа № 8	16	4,5	7,5
Промежуточная аттестация		**24**	**40**
Зачет: зачетный билет			
вопрос 1	-	12	20
вопрос 2	-	12	20
ИТОГО по дисциплине		**60**	**100**

* Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету / экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

4.1. Зачет

4.2. Практические работы

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление	**38.03.05 Бизнес-информатика**
Образовательная программа	**«Цифровая трансформация компании»**
Дисциплина	Имитационное моделирование

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

Теоретические вопросы

1 Математические и имитационные модели
2 Виды моделирования
3 Метод статистического моделирования
4 Способы получения случайных величин.
5 Способы генерации распределений случайных величин (нормальное, экспоненциальное, Пуассона)
6 Моделирование дискретных случайных величин.
7 Моделирование непрерывных случайных величин (метод обратных функций).
8 Преобразования случайных величин.
9 Получение последовательностей случайных чисел с заданным законом распределения.
10 Генеральная совокупность и выборка
11 Метод имитационного моделирования для оценки интеграла методом Монте-Карло
12 Числовые характеристики распределений случайной величины
13 Распределение случайной величины и плотность распределения случайной величины
14 Понятие системы массового обслуживания
15 Понятие СМО. Терминология. Марковские и немарковские системы
16 Классификация СМО
17 Открытые и замкнутые СМО
18 Показатели эффективности СМО
19 Простейший поток
20 Стационарный пуассоновский поток.
21 Марковские системы массового обслуживания.
22 Уравнения Колмогорова для СМО.
23 Стационарный режим СМО
24 Метод имитационного моделирования для оценки оптимума целевой функции задачи линейного программирования методом Монте-Карло
25 Метод имитационного моделирования для анализа складских запасов
26 Описательная статистика в MS Excel
27 Метод подстановки в MS Excel для решения задачи корреляционного анализа статистических данных
28 Треугольное распределение вероятностей случайное величины

29 Расчет внутренней ставки доходности IRR в MS Excel
30 Распределение вероятности случайной величины и расчет вероятности попадания случайной величины в интервал от a до b.

Практические вопросы (задачи)

1 Найти вероятность выпадания монеты три раза подряд одной и той же стороны монеты при её многократном подбрасывании.
2 Группа туристов из 12 юношей и 7 девушек выбирает по жребию 5 человек для приготовления ужина. Сколько существует способов, при которых в эту «пятёрку» попадут одни девушки
3 В урне 6 белых и 4 чёрных шаров. Выбирают наугад 5 шаров. Какова вероятность события, что извлечены 2 белых и 3 чёрных шара?
4 Полная колода карт (52 листа) делится наугад на две равные части по 26 карт. Найти вероятности следующих событий: A = {в каждой из пачек окажется по два короля}; B = {в одной из пачек не будет ни одного короля, а в другой – все четыре}; C = {в одной из пачек будет один король, а в другой – три}.
5 Из 40 вопросов, входящих в экзаменационные билеты, студент знает 30. Найти вероятность того, что среди трёх выбранных вопросов студент знает ответ на: а) 3 вопроса; б) 2 вопроса; в) 1 вопрос.
6 Случайная величина имеет нормальное распределение с математическим ожиданием 3 и средним квадратичным отклонением 1. Найти вероятность попадания в интервал от 1 до 2.
7 Сгенерировать выборку случайной величины, имеющей распределение Пуассона со значением $\lambda=3$. Построить гистограмму выборки.
8 Студент выполняет контрольную работу на тестирующей машине. Работа состоит из трёх задач. Для каждой задачи предложено 5 вариантов ответов, из которых только один правильный. Студент Иванов плохо знает материал и поэтому выбирает ответы наудачу. Какова вероятность того, что он пройдёт тест?
9 Вероятность попадания в цель для трёх стрелков равны соответственно 4/5, 3/4 и 2/3. Для поражения цели в неё нужно попасть не менее двух раз. В результате одновременного выстрела всех трёх стрелков цель была поражена. Какова вероятность того, что в цель попал третий стрелок?
10 На АТС с одним оператором поступают звонки со средним значением между звонками 2 минуты. Поток звонков можно охарактеризовать как простейший Пуассоновский поток. Среднее время ответа оператора 1 минута. Какова вероятность дозвона до оператора с первого раза?
11 Вероятность покупки бракованного товара в магазине равна 0.07. Сколько бракованных товаров будет продано среди 1000 покупателей?
12 Имитация прибытия автомобилей на заправку с заданным интервалом (3 минуты) и времени обслуживания колонкой (2 минуты). Задача: найти среднюю длину очереди и процент времени простоя колонки.
13 Кассир банка методом эксперимента выявил, что клиенты приходят по следующему за-кону: - вероятность прихода клиента в первую минуту после прихода предыдущего клиента составляет 0,31; - вероятность прихода через 1-2 минуты после прихода предыдущего клиента составляет 0,29; - вероятность прихода через 2-3 минуты - составляет 0,17; - вероятность прихода через 3-4 минуты - составляет 0,13; - вероятность прихода через 4-10 минут - составляет 0,1. Среднее время обслуживания составляет 1,5 минуты. Найти среднюю длину очереди у кассы.
14 По мишени произведено 3 выстрела. Вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,7. Найти вероятность п попаданий в мишень, где п = 0, 1, 2, 3.
15 Пусть вероятность того, что студент опоздает на лекцию, равна 0,08. Найти наивероятнейшее число опоздавших студентов из 96, пришедших на лекцию.
16 Вероятность рождения мальчика p =0,512. Вычислить вероятности событий: A = {среди 100 новорождённых будет 51 мальчик}, B = {среди 100 новорождённых будет больше мальчиков, чем девочек}.
17 Случайная величина имеет нормальное распределение с математическим ожиданием 5 и средним квадратичным отклонением 2. Найти вероятность попадания в интервал от 3 до 6.
18 На АТС с одним оператором поступают звонки со средним значением между звонками 3 минуты. Поток звонков можно охарактеризовать как простейший Пуассоновский поток. Среднее время ответа оператора 2 минуты. Какова вероятность дозвона до оператора с первого раза? Какова вероятность дозвона до оператора со второго раза?

19 Имитация прибытия автомобилей на заправку с заданным интервалом (4 минуты) и времени обслуживания колонкой (3 минуты). Задача: найти среднюю длину очереди и процент времени простоя колонки.

20 Вероятность P1 выигрыша в лотерею автомобиля стоимостью 300 тыс. руб. равна 0,01, вероятность P2 выигрыша бытовой техники стоимостью 3 тыс. руб. Равна 0,03, вероятность P3 выигрыша аксессуаров стоимостью 600 руб. равна 0,1. Считая, что человек купил 50 лотерейных билетов, Составьте модель для определения количества выигрышей и их суммы.

Критерии и шкала оценивания

Оценка	**Критерии оценки**
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 24-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 23 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление	**38.03.05 Бизнес-информатика**
Образовательная программа	**«Цифровая трансформация компании»**
Дисциплина	Имитационное моделирование

Практические работы

Практическая работа 1: Имитационное моделирование. Основы математической статистики

1. В соответствии с вариантом статистического распределения сгенерировать выборку объемом 200 элементов на страницу книги MS Excel.

2. Рассчитать средние показатели сгенерированной статистической выборки, используя формулы MS Excel: математическое ожидание, мода и медиана.

3. Рассчитать показатели разброса сгенерированной статистической последовательности, используя формулы MS Excel: дисперсия для генеральной совокупности, среднеквадратическое отклонение, дисперсия для выборки, квадратическое отклонение.

4. На отдельном листе MS Excel сгенерировать отчет описательной статистики для сгенерированной статистической выборки.

5. На основании данных отчета описательной статистики на отдельном листе сформировать интервалы для построения гистограммы. Количество интервалов должно соответствовать формуле Стерджерса.

6. Сгенерировать гистограмму статистического распределения сгенерированной выборки.

7. Для сгенерированных интервалов найти средние значения, для которых рассчитать теоретические значения плотности вероятности. Построить на одном графике теоретическую плотность вероятности заданного распределения и гистограмму сгенерированной выборки.

8. Сделать выводы по выполненной работе.

Варианты заданий по номеру студента в списке группы

Вариант	Распределение		
1	Биномиальное	n	35
		p	0,4
2	Нормальное	M	8
		σ	2
3	Пуассона	λ	7
4	Равномерное	a	1
		b	7
5	Биномиальное	n	50
		p	0,6
6	Нормальное	M	10
		σ	3
7	Пуассона	λ	11
8	Равномерное	a	5
		b	15
9	Биномиальное	n	20
		p	0,8
10	Нормальное	M	10
		σ	3

Вариант	Распределение		
11	Пуассона	λ	23
12	Равномерное	a	3
		b	16
13	Биномиальное	n	6
		p	0,4
14	Нормальное	M	6
		σ	1
15	Пуассона	λ	7
16	Равномерное	a	2
		b	12
17	Биномиальное	n	70
		p	0,5
18	Нормальное	M	7
		σ	2
19	Пуассона	λ	6
20	Равномерное	a	2
		b	5

Практическая работа 2: Имитационное моделирование. Оценка соответствия по критерию согласия Пирсона для распределения заданной выборки

1. В соответствии с вариантом статистического распределения скопировать заданную выборку неизвестного распределения на страницу книги MS Excel.

2. Сгенерировать отчет описательной статистики для заданной статистической выборки.

3. Нам необходимо сравнить распределение заданной статистической выборки с четырьмя вариантами распределений: биномиальное, нормальное, распределение Пуассона, равномерное распределение.

4. Для сравнения с выбранными вариантами распределения необходимо на основании отчета опи-сательной статистики рассчитать (найти наиболее близкие значения для заданной выборки):

Биномиальное	n
	p
Нормальное	M
	σ
Пуассона	λ
Равномерное	a
	b

5. На основании данных отчета описательной статистики сформировать интервалы для построения гистограммы. Количество интервалов должно соответствовать формуле Стерджерса.

6. Сгенерировать гистограмму статистического распределения заданной выборки.

7. Для сгенерированных интервалов найти средние значения, для которых рассчитать теоретические значения плотности вероятности. Построить на одном графике теоретическую плотность вероятности заданного распределения и гистограмму сгенерированной выборки.

Расчет теоретических значения плотности вероятности и построение графика совместно с гистограммой выполнить для четырех заданных вариантов распределения плотности вероятностей.

8. Для каждого из четырех вариантов распределений рассчитать

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{\left(n_i - n_{\text{теор}_i}\right)^2}{n_{\text{теор}_i}}.$$

9. Найти критическое значение хи-квадрат: χкр^2 при уровне значимости 0,05 и количестве степеней свободы: $k-r-1$, где k – количество интервалов, r – количество измеряемых параметров распределения 1 или 2.

Выбрать распределение (или распределения), для которого $\chi^2 < \chi$кр^2.

10. Сделать выводы по выполненной работе.

Практическая работа 3: Имитационное моделирование задачи линейного программирования

1. Определить пределы изменения всех переменных задачи.

2. Для каждой переменной в соответствии с вычисленным диапазоном изменения переменной сгенерировать выборку равномерного распределения объемом 1000 элементов на страницу книги MS Excel.

3. Справа от сгенерированных комбинаций переменных для каждого ограничения задачи ввести формулы MS Excel «=ЕСЛИ(условие;1;0)», где условие означает выполнение ограничение задачи для каждой случайной комбинации переменных. Если условие ограничения выполняется, то в ячейке будет 1 или 0 в противном случае.

4. Справа от введенных формул для выполнения условий ограничений ввести формулу для расчета значения целевой функции. Если все условия ограничений выполняются, то выполнить расчет значения целевой функции. В противном случае значение целевой функции равно нулю.

5. Скопировать введенные формулы для всех сгенерированных комбинаций переменных.

6. Отсортировать всю полученную таблицу по убыванию величины значения целевой функции. В первой строке получим значение примерного решения поставленной задачи для максимального значения целевой функции.

7. Исходя из найденной аппроксимации найти точное оптимальное решение поставленной задачи.

8. Сделать выводы по выполненной работе

Варианты заданий по номеру студента в списке группы

1. $\max(3x_1 + 3x_2)$ $4x_1 + 5x_2 \le 20$ $x_1 + 6x_2 \le 12$ $0 \le x_1 \le 5$ $0 \le x_2 \le 4$	2. $\max(3x_1 + 2x_2)$ $3x_1 + 7x_2 \le 21$ $x_1 + x_2 \le 4$ $0 \le x_1 \le 4$ $0 \le x_2 \le 3$
3. $\max(x_1 + 3x_2)$ $3x_1 + 4x_2 \le 12$ $3x_1 + 2x_2 \le 6$ $0 \le x_1 \le 4$ $0 \le x_2 \le 2$	4. $\max(4x_1 + x_2)$ $2x_1 - 3x_2 \le 6$ $4x_1 + 9x_2 \le 18$ $0 \le x_1 \le 2$ $0 \le x_2 \le 3$
5. $\max(3x_1 + x_2)$ $4x_1 + 3x_2 \le 18$ $x_1 + 2x_2 \le 6$ $0 \le x_1 \le 5$ $0 \le x_2 \le 3$	6. $\max(x_1 + 2x_2)$ $x_1 + x_2 \le 5$ $3x_1 + 8x_2 \le 24$ $0 \le x_1 \le 5$ $0 \le x_2 \le 3$
7. $\max(2x_1 + x_2)$ $5x_1 + 2x_2 \le 30$ $3x_1 + 8x_2 \le 48$ $0 \le x_1 \le 6$ $0 \le x_2 \le 6$	8. $\max(3x_1 - 2x_2)$ $2x_1 + 3x_2 \le 6$ $x_1 - 2x_2 \le 2$ $0 \le x_1 \le 3$ $0 \le x_2 \le 3$
9. $\max(3x_1 + 2x_2)$ $2x_1 + x_2 \ge 6$ $4x_1 + 3x_2 \ge 6$ $0 \le x_1 \le 3$ $1 \le x_2 \le 2$	10. $\max(x_1 + 2x_2)$ $5x_1 + 9x_2 \le 45$ $x_1 + 3x_2 \le 12$ $0 \le x_1 \le 9$ $0 \le x_2 \le 4$
11. $\max\ 2x_1 + 3x_2$ $\begin{cases} x_1 + 3x_2 \le 9 \\ x_1 + x_2 \le 7 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$	12. $\max\ 3x_1 + 2x_2$ $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \le 12 \\ 2x_1 + x_2 \le 8 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$
13. $\max\ 2x_1 + 3x_2$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \le 4 \\ x_1 + 2x_2 \le 6 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$	14. $\max\ 3x_1 + 2x_2$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \le 4 \\ 2x_1 + x_2 \le 6 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$
15. $\max\ x_1 + x_2$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 8 \\ 3x_1 + 2x_2 \le 18 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$	16. $\max\ x_1 + 3x_2$ $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \le 12 \\ x_1 + 2x_2 \le 8 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$
17. $\max\ 2x_1 + 3x_2$ $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \le 10 \\ x_1 + x_2 \le 7 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$	18. $\max\ 2x_1 + 3x_2$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \le 8 \\ x_1 + 3x_2 \le 18 \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \end{cases}$

Практическая работа 4: Имитационное моделирование. Расчет модели межотраслевого баланса. Модель Леонтьева

Дана балансовая таблица в межотраслевой модели Леонтьева. Постройте структурную матрицу и проверьте её продуктивность.

Вычислите необходимый объем валового выпуска каждой отрасли, если конечный продукт первой отрасли увеличится вдвое, а второй и третьей отраслей сохранится на прежнем уровне.

Найдите чистую продукцию отраслей, матрицу прямых затрат, матрицу полных затрат и матрицу косвенных затрат.

Постройте матрицу межотраслевых поставок продукции нового планового года.

Варианты заданий по номеру студента в списке группы

Вариант							Вари-ант							
1.		I	II	III	y	x	2.		I	II	III	y	x
	I	12	10	26	95	133		I	12	10	26	95	133
	II	0	0	0	28	28		II	0	0	0	28	28
	III	18	0	24	131	173		III	18	0	24	131	173
3.		I	II	III	y	x	4.		I	II	III	y	x
	I	13	10	38	100	151		I	14	10	40	120	174
	II	0	0	0	30	30		II	0	0	0	28	28
	III	24	0	30	160	214		III	20	0	28	150	198
5.		I	II	III	y	x	6.		I	II	III	y	x
	I	5	10	15	60	80		I	6	10	25	90	121
	II	0	0	0	28	28		II	0	0	0	28	28
	III	14	0	16	90	120		III	15	0	20	130	165
7.		I	II	III	y	x	8.		I	II	III	y	x
	I	7	10	26	95	128		I	8	10	38	100	146
	II	0	0	0	30	30		II	0	0	0	28	28
	III	18	0	24	131	173		III	24	0	30	160	214
9.		I	II	III	y	x	10.		I	II	III	y	x
	I	9	10	40	120	169		I	10	8	15	60	85
	II	0	0	0	28	28		II	0	0	0	25	25
	III	20	0	28	150	198		III	14	0	16	90	120
11.		I	II	III	y	x	12.		I	II	III	y	x
	I	13	10	38	100	151		I	14	10	40	120	174
	II	0	0	0	30	30		II	0	0	0	28	28
	III	24	0	30	160	214		III	20	0	28	150	198
13.		I	II	III	y	x	14.		I	II	III	y	x
	I	13	10	35	100	148		I	14	10	42	120	176
	II	0	0	0	28	28		II	0	0	0	28	28
	III	24	0	30	160	214		III	20	0	28	150	198
15.		I	II	III	y	x	16.		I	II	III	y	x
	I	5	10	16	60	81		I	6	10	25	100	133

Практическая работа 5: Имитационное моделирование. Расчет замкнутой модели СМО

Вход на станцию метрополитена оборудован системой из k турникетов. При выходе из строя одного из турников остальные продолжают нормально функционировать. Если из строя выйдут все турникеты, то вход на станцию перекрывается.

Вероятность отказа турникета P_1. При выходе из строя каждый турникет начинает сразу ремонтироваться. Вероятность ремонта на следующий день P_2. Если турникет не отремонтировали, то он может быть отремонтирован ещё через день с той же вероятностью.

В начальный момент все турникеты исправны. Найти среднюю пропускную способность системы турникетов в процентах от номинальной, если с выходом из строя каждого турникета система теряет 25% своей номинальной пропускной способности. Построить размеченный граф состояний системы.

Номер варианта	k	P_1	P_2	Номер варианта	k	P_1	P_2
1	3	0,1	0,6	11	4	0,5	0,8
2	4	0,3	0,8	12	5	0,4	0,8
3	5	0,1	0,6	13	3	0,1	0,6
4	3	0,1	0,3	14	4	0,1	0,6
5	4	0,2	0,8	15	5	0,5	0,8
6	5	0,4	0,8	16	3	0,05	0,2
7	3	0,1	0,6	17	4	0,4	0,8
8	4	0,2	0,8	18	5	0,2	0,8
9	5	0,1	0,7	19	3	0,3	0,8
10	3	0,3	0,8	20	4	0,1	0,7

Практическая работа 6: Имитационное моделирование. Моделирование складских запасов

Кондитерская фабрика снабжает своей продукцией несколько магазинов. Менеджер кондитерской просит о консультации, чтобы определить количество печенья, которое он должен выпекать каждый день. Из анализа накопившихся данных он оценивает спрос на печенье в среднем в N упаковок по дюжине печений в день и стандартном отклонении спроса около м упаковок.

Каждая упаковка продается за 11 рублей, а стоит изготовителю 7 руб., что включает обработку и перевозку. Печенье, которое не удалось передать в магазины до конца дня, уценивается до 9,5 руб. и по этой цене обычно целиком продается на следующий день как товар более низкого сорта.

- Сколько печенья Вы посоветуете печь ежедневно?

- Какова при этом будет средняя величина прибыли (используйте метод Монте-Карло)?

- Очевидно, что фирма несет издержки и в случае, если возник дефицит печенья, и в случае, если некоторая часть печенья осталась не раскупленной. Какую сумму в среднем он теряет на избытке и на недостатке печенья при оптимальном заказе (используйте метод Монте-Карло)?

- Как изменятся ответы на предыдущие вопросы, если стандартное отклонение увеличится до х упаковок?

Номер варианта	N	σ	C_1	C_2	C_3	σ_1
1	3500	100	30	20	12	250
3	3000	120	35	25	10	260
5	2900	150	45	35	25	250
7	2800	200	40	30	20	300
9	2700	100	30	20	12	250
11	2600	120	35	25	10	260
13	2500	150	45	35	25	250
15	2400	200	40	30	20	300
17	2300	100	30	20	12	250
19	2200	120	35	25	10	260
21	2100	150	45	35	25	250
23	2000	200	40	30	20	300

Практическая работа 7: Имитационное моделирование. Моделирование СМО

Задана простая система массового обслуживания: число каналов равно единице, время ожидания неограниченно, время между заявками и время обслуживания заявок являются случайными величинами с показательным законом распределения (среднее значение времени обслуживания равно t_o , среднее время между заявками - t_z). Время задано в минутах.

Необходимо сымитировать систему массового обслуживания, начиная с 9:00 до 12:00.

- Найти вероятность того, что система свободна и вероятность того, что система занята?
- Найти сколько времени система занята и сколько времени система свободна?
- Рассчитать среднюю длину очереди?
- Рассчитать среднее время ожидания в очереди?

Номер варианта	Среднее время между заявками - tz	Среднее значение времени обслуживания равно to
1	1	2
2	1,5	3,5
3	2	5
4	2,5	6,5
5	3	8
6	3,5	9,5
7	4	11
8	4,5	12,5
9	5	14
10	5,5	15,5
11	6	17
12	6,5	18,5
13	7	20
14	7,5	21,5
15	8	23
16	8,5	24,5
17	9	26
18	9,5	27,5
19	10	29
20	10,5	30,5

Практическая работа 8: Финансовый анализ инвестиционного проекта методом Монте-Карло»

Провести финансовый анализ проекта создания предприятия методом Монте-Карло. Горизонт расчетов составляет четыре года. Основные параметры финансовой модели – цена, объем продаж – рассматриваются как случайные переменные, имеющие заданные вероятностное распределения.

Требуется рассчитать:

- ежегодный платеж по инвестиционному проекту;
- чистую приведенную стоимость;
- норму доходности проекта;
- внутреннюю норму доходности проекта;
- средние ожидаемые доходы;
- средние ожидаемые потери;
- коэффициент ожидаемых потерь;
- вероятность реализации неэффективного проекта

Вариант	Показатель	Тип распределения	Параметры закона распредления		
1	Объем выпуска, тыс. шт.	нормальное	6 500,00	370,00	
	Цена за штуку, руб.	треугольное	280,00	330,00	290,00
	Переменные затраты, руб./шт.	треугольное	140,00	180,00	220,00
	Постоянные затраты, руб.	равномерное	50 000,00	70 000,00	
	Амортизация, руб.	постоянная	20 000,00		
	Налог на прибыль, %	постоянная	40,00		
	Норма дискона, %	равномерное	8,5	18,00	
	Остаточная стоимость, руб.	экспоненциальное	0,00004		
	Начальные инвестиции	постоянная	700 000,00		

Вариант	Показатель	Тип распределения	Параметры закона распредления		
2	Объем выпуска, тыс. шт.	нормальное	6 500,00	370,00	
	Цена за штуку, руб.	треугольное	280,00	330,00	290,00
	Переменные затраты, руб./шт.	равномерное	180,00	220,00	
	Постоянные затраты, руб.	равномерное	50 000,00	70 000,00	
	Амортизация, руб.	постоянная	20 000,00		
	Налог на прибыль, %	постоянная	42,00		
	Норма дискона, %	равномерное	8,50	18,00	
	Остаточная стоимость, руб.	экспоненциальное	0,00004		
	Начальные инвестиции	постоянная	600 000,00		

Вариант	Показатель	Тип распределения	Параметры закона распредления		
3	Объем выпуска, тыс. шт.	нормальное	6 500,00	370,00	
	Цена за штуку, руб.	треугольное	280,00	330,00	290,00
	Переменные затраты, руб./шт.	равномерное	180,00	220,00	
	Постоянные затраты, руб.	равномерное	50 000,00	70 000,00	
	Амортизация, руб.	постоянная	20 000,00		
	Налог на прибыль, %	постоянная	42,00		
	Норма дискона, %	равномерное	8,5	18,00	
	Остаточная стоимость, руб.	экспоненциальное	0,00004		
	Начальные инвестиции	постоянная	600 000,00		

Критерии и шкала оценивания компетенций (результатов)

Оценивается уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой, уровень владения профессиональными терминами, умение обучающегося использовать теоретические знания при решении практических задач.

Выполнение задания оценивается от 0 до 7,5 баллов. Баллы выставляются пропорционально выполненному заданию согласно следующей таблице:

Оценка,%	**Характеристики ответа студента**
76 – 100%	– знания отличаются глубиной и содержательностью, даны логично построенные, полные, исчерпывающие ответы на вопросы; – обучающийся демонстрирует способность к анализу практических ситуаций, оперирует профессиональными терминами; – обучающийся умеет высказывать и обосновать свои суждения;
51 – 75%	– знания имеют достаточный содержательный уровень, однако имеются определенные затруднения в ответе на уточняющие вопросы; – несущественные ошибки в определении понятий и категорий и т. п., кардинально не меняющие суть изложения;
26 – 50%	– знания имеют фрагментарный характер, имеются определенные неточности и погрешности в формулировках, возникают затруднения при ответе на уточняющие вопросы; – при ответе на вопросы обучающийся не может обосновать закономерности, принципы, объяснить суть явления; допущены фактические ошибки; – обучающийся продемонстрировал слабое умение формулировать выводы и обобщения,
0 – 25%	– обучающийся слабо ориентируется в теме задания, затрудняется дать ответ или дает неверные ответы на поставленные вопросы; – допущены существенные фактические ошибки при ответах на вопросы.