

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ, ФИНАНСОВ И БИЗНЕСА

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от «12» января 2022 г. № 6

Зав. кафедрой



/Р.Х.Бахитова

Согласовано:  
Председатель УМК института



/Л.Р. Абзалилова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Экономико-математические методы»

Базовая часть

**Программа бакалавриата**

Направление подготовки  
38.03.01 Экономика

Направленность (профиль) подготовки  
«Финансы и кредит в цифровой среде»

Квалификация  
Бакалавр

**Разработчики (составители):**

доцент, к.ф.-м.н.

ст. преп.



Колясникова Е.Р.



Габитова А.Р.

Для приёма: 2022 г.

Уфа - 2022

Составитель / составители: Колясникова Е.Р., Габитова А.Р.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровой экономики и коммуникации, протокол от «12» января 2022 г. № 6.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

## Список документов и материалов

1. ....	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. ....	Место дисциплины в структуре ООП .....	5
3. ....	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4. ....	Фонд оценочных средств по дисциплине .....	26
4.1	Перечень компетенций и индикаторов достижения с указанием соотнесённых запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине. ....	26
4.2. ....	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. ....	30
	Рейтинг-план дисциплины.....	32
	Тематика контрольных работ: .....	33
2.	Решение транспортной задачи методом потенциалов. ....	33
	Рейтинг-план дисциплины.....	34
5. ....	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	115
5.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	115
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины .....	116
6. ....	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	116

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

По результатам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Решение стандартных задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-2 Способен осуществлять сбор, обработку и анализ данных, необходимых для решения поставленных управленческих задач, с использованием современной инструментария и интеллектуальных информационно-аналитических систем</p> <p>ОПК-3 Способен анализировать и содержательно объяснять природу экономических процессов на микро- и макроуровне</p>	<p>ОПК-2 2.1 Обоснованно выбирает и корректно использует методы и инструментальные средства для обработки и анализа экономических данных при выполнении конкретных задач профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-3 3.2 Владеет методологией экономического исследования: математическими и статистическими инструментами количественного анализа</p>	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. основные типы математических методов и моделей</li> <li>2. методы построения, анализа и применения математических моделей в экономике</li> </ol> <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели</li> <li>2. формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости</li> </ol> <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. методологией построения, анализа моделей и применения экономико-математических методов в экономике</li> <li>2. навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач.</li> </ol> <p>Знать:</p> <p>инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, виды финансовой, бухгалтерской, иной информации, содержащейся в отчетности предприятий различных форм собственности.</p> <p>Уметь:</p> <p>применять соответствующие инструментальные средства для обработки экономических данных, использовать результаты анализа этой информации для обоснования выводов по комплексной оценке финансового состояния хозяйствующего субъекта; выявлять проблемы экономического характера при анализе конкретных ситуаций, предлагать способы их решения с учетом критериев социально-экономической эффективности, оценки рисков и возможных</p>

			<i>социально-экономических последствий</i> <i>Владеть:</i> <i>методологией экономического исследования; навыками применения современного математического инструментария для решения задач, связанных с расчетом параметров, необходимых для принятия решений в области оценки финансового состояния организации, кредитоспособности заемщиков, страхования рисков, инвестиционной привлекательности активов.</i>
--	--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Экономико-математические методы» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 и 2 семестрах для очной формы обучения, на 1 и 2 курсах – для очно-заочной формы обучения.

Целью изучения дисциплины «Экономико-математические методы» является формирование теоретических знаний и практических навыков для решения научно-исследовательских и прикладных задач связанных с моделированием процессов в экономике.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения базовых разделов высшей математики.

Дисциплина «Экономико-математические методы» является необходимой для успешного прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (информационно-аналитическая), преддипломной практики, подготовки и защиты выпускной квалификационной работы.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Экономико-математические методы»  
на 1 семестр  
очной формы обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	65,2
лекций	16
практических/ семинарских	32
Лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	42,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Форма(ы) контроля:  
Экзамен 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
<b>Модуль 1. Решение задач линейного программирования</b>								
1	Введение в Математические методы и модели в экономике и управлении. Математическая модель задачи оптимального программирования. Допустимое и оптимальное решение Классификация задач оптимального программирования Постановка задачи линейного программирования. Пример приложения в экономике Математическая модель задачи линейного программирования. Допустимое и оптимальное решение. Канонический вид задачи линейного программирования. Пример	2	4	2	6	8: §2.1 5: §2.1, §2.3 6: глава 1, 7: §1.1-1.3 10: §2.1 11: §1.1, 1.2	8: с.14-26; задачи 1-12 5: с.32-37, 37-44 6: с.7-18 7: с.13-16 10: с.52-62 11: с.13-26	Проверка выполнения практических заданий
2	Геометрическая интерпретация задачи ЛП на плоскости. Многоугольник решений. Выпуклое множество	2	4	2	6	8: §2.2 5: §2.4 6: §2.4 7: §1.4 9: §1.1	8: с.26-35; задачи 1-13 5: с.58-71 6: с.41-46 7: с.28-34	Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа

	Геометрическая интерпретация задачи ЛП в n-мерном пространстве ( ) Алгоритм графического метода решения задачи ЛП 4 варианта исхода решения задачи ЛП (изобразите графически)						9: с.8-20	
3	Универсальный метод решения задачи ЛП. Базисные и свободные переменные Метод с естественным базисом (поиск начального базисного решения в симплекс-методе). Пример Метод искусственного базиса (поиск начального базисного решения в симплекс-методе). Дополнительные и искусственные переменные. Пример Признак оптимальности в симплекс-методе. Вид симплекс-таблицы Алгоритм симплекс-метода Элементарные преобразования Жордана-Гаусса	4	8	4	8	8: §2.3, 2.4 5: §2.5-2.8 6: §2.5 7: глава2 9: §1.2 10:§2.2 11: §1.3	8: с.35-48; задачи 1-17 (с.39-42), задачи 1-10 (с.46-48) 5: с.71-112 6: с.46-56 7: с.34-91 9: с.20-44 10: с.62-79 11: с.26-45	Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа
4	Прямая и двойственная задачи. Пример 4 взаимоисключающих случая теоремы двойственности Теорема о дополняющей нежесткости. Пример	2	4	2	6	8: §2.5 5: глава 3 6: §3.1 7: глава 3 10:§2.3 11: §1.4	8: с.48-63; задачи 1-15 5: с.127-182 6: с.56-75 7: с.91-119 10:с.79-86 11: с.45-74	Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа
5	Постановка задачи целочисленного линейного программирования. Стратегия поиска решения методом ветвей и границ	2	4	2	8	8: §2.6 5: глава 5 6: §3.3 7: глава 5	8: с.63-69; задачи 1-10 5: с.222-256 6: с. 86-91 7: с.146-155	Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа



	<p>Метод ветвей и границ: критерий останова ветвления задачи, выбор нецелочисленной переменной для составления дополнительного ограничения</p> <p>Стратегия поиска решения методом Гомори. Выбор нецелочисленной переменной при составлении дополнительного ограничения</p> <p>Геометрическая интерпретация метода Гомори</p> <p>Понятие конгруэнтности действительных чисел. Пример использования конгруэнтности при составлении дополнительного ограничения в методе Гомори</p> <p>Алгоритм метода Гомори</p>							
<b>Модуль 2. Метод потенциалов для решения транспортных задач линейного программирования</b>								
6	<p>Постановка транспортной задачи. Виды транспортных задач</p> <p>Математическая модель транспортной задачи, удовлетворяющей условию баланса</p> <p>Условие разрешимости транспортной задачи. Стратегия решения задачи. Матрица перевозок</p> <p>Метод северо-западного угла. Пример</p>	4	6	4	7,6	<p>8: §2.7</p> <p>5: глава 4</p> <p>6: §3.2</p> <p>7: глава 4</p> <p>9: глава 3, глава 4</p> <p>10: §2.4</p> <p>11: §1.5</p>	<p>8: с.69-81; задачи 1-10</p> <p>5: с.182-222</p> <p>6: с. 75-86</p> <p>7: с.119-146</p> <p>9: с.56-74</p> <p>10: с.86-102</p> <p>11: с.74-102</p>	<p>Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа</p>

<p>Метод минимального элемента. Пример</p> <p>Алгоритм метода потенциалов</p> <p>Идея решения транспортной задачи с нарушенным балансом: суммарные запасы больше суммарных потребностей. Пример</p> <p>Идея решения транспортной задачи с нарушенным балансом: суммарные потребности больше суммарных запасов. Пример</p> <p>Идея решения транспортной задачи с дополнительным требованием вывоза полностью продукции из заданного пункта хранения</p> <p>А<sub>к</sub>. Пример</p> <p>Идея решения транспортной задачи с дополнительным требованием удовлетворения потребностей заданного пункта потребления В<sub>к</sub>. Пример</p>							
<p>Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)</p>				1,2			
<p><b>Всего часов:</b></p>	16	32	16	60/42,8			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Экономико-математические методы»  
на 2 семестр  
очной формы обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	65,2
лекций	16
практических/ семинарских	32
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	42,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Форма(ы) контроля:  
Экзамен 2 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
<b>Модуль 1. Базовые разделы теории вероятностей</b>								
1.	Пространство элементарных исходов. Случайные события, классификация событий, алгебра событий.	0,5	1	0,5	0,3	2, гл.1 4	3: 8-37 4: с.61-68	Проверка выполнения практических заданий
2.	Аксиоматическое определение вероятности, свойства вероятностей. Вероятностное пространство.	0,5	1	0,5	0,3	2, 3	2: с.14-15	Проверка выполнения практических заданий
3.	Условные вероятности, теоремы умножения вероятностей, независимость (взаимная независимость) событий. Полная группа событий. Формула полной вероятности, формулы Байеса.	0,5	1	0,5	0,3	3, гл.2	2: с.31-37	Проверка выполнения практических заданий
4.	Основные формулы комбинаторики.	0,5	1	0,5	0,3	3, гл. 5, 4	2: с.8-12 4: с.23-27	Проверка выполнения практических заданий
5.	Повторные независимые испытания: схема Бернулли, формула Пуассона, локальная и интегральная формулы	0,5	1	0,5	0,3	2, гл. 3, 4	2: с.37-51, 4:68-87	Проверка выполнения практических заданий

	Муавра-Лапласа.							
6.	Дискретная случайная величина. Распределение вероятностей случайной величины. Функция распределения, плотность распределения случайной величины, их свойства.	1	2	1	0,3	2, гл. 4 4: с.87-106	2: с.52-60, 4: с.132-140	Проверка выполнения практических заданий
7	Непрерывная (абсолютно непрерывная) случайная величина. Двумерное распределение СВ (дискретный и непрерывный случай).	1	2	1	0,3	2, гл. 6, гл. 8, 4	2: с.86-105, с.137-145, 4: с.106-141	Проверка выполнения практических заданий
8	Законы распределения: биномиальное, геометрическое, Пуассона и т.д.	1	2	1	0,3	2, гл.4 4: с.141-152	2: с.52-61, 4: с.172-175	Проверка выполнения практических заданий
9	Некоторые законы распределения непрерывных случайных величин: нормальное, равномерное, экспоненциальное, логарифмически нормальное.	1	2	1	0,3	2, гл.6, 4	2: с.106-118, 4: с.152-175	Проверка выполнения практических заданий
10	Мат. ожидание функции от случайных величин, его св-ва, моменты случайных величин. Дисперсия, среднее квадратическое отклонение, ковариация, их свойства. Мода, медиана, квантили.	1	2	1	0,3	2, гл.6 пар.3	2: с.99-105	Проверка выполнения практических заданий
11	Характеристики формы распределения: коэф-т асимметрии, коэф-т эксцесса. Условные числовые характеристики и	1	2	1	0,3	2, гл.8, пар.2; 2, гл.8, пар.4, 4: п.3.7, гл.5	2: с.132-136 2: с.146-150, 4: с.114-119, с.175-218	Проверка выполнения практических заданий

	их свойства. Коэффициент корреляции случайных величин и его свойства.							
12	Закон больших чисел: неравенства Чебышева, теорема Чебышева, теорема Бернулли, теорема Пуассона.	1	2	1	0,2	2, гл. 5 Интернет-ресурсы	2: с.82-85,	Проверка выполнения практических заданий
13	Центральная предельная теорема и её следствия.	1	2	1	0,2		3: с.82-87	Проверка выполнения практических заданий
<b>Модуль 2. Базовые разделы математической статистики</b>								
14	Основные понятия математической статистики. Выборочное пространство.	0,5	1	0,5	0,2	2, гл.9, пар.1	2: с.151	Проверка выполнения практических заданий
15	Вариационный ряд, статистический ряд (дискретный вариационный ряд), интервальный статистический ряд (интервальный вариационный ряд).	0,5	1	0,5	0,3	2, гл.9, пар.1	2: с.151	Проверка выполнения практических заданий
16	Эмпирическая функция и плотность распределения, их графическое представление (гистограмма, полигон).	0,5	1	0,5	0,2	2, гл.9, пар.2,3	2: с.152-156;	Проверка выполнения практических заданий
17	Постановка задачи точечного оценивания. Определение точечной оценки параметра $\theta$ . Требования к точечным оценкам: состоятельность, несмещенность, эффективность. Теорема о единственности эффективной оценке. Неравенство Рао-Крамера и эффективная оценка по	0,5	1	0,5	0,2	2, гл.10, пар.1	3: с.157-174	Проверка выполнения практических заданий

	Рао-Краммеру.							
18	Исследование свойств оценок основных числовых характеристик. Методы нахождения точечных оценок.	0,5	1	0,5	0,3	2, гл.10, пар.2,3	2: 163-173;	Проверка выполнения практических заданий
19	Понятие интервальной оценки и доверительного интервала пар-ра $\theta$ . Примеры построения дов. интервалов для числовых характеристик в случае нормального закона распределения генеральной совокупности и выборки большого объема.	1	2	1	0,2	2, гл.10, пар.4	2: с.174-180	Проверка выполнения практических заданий
20	Основные теоретические сведения по проверке непараметрических статистических гипотез. Критерии согласия.	1	2	1	0,2	4, гл.10.7	4: с.375-380	Проверка выполнения практических заданий
21	Проверка гипотезы о нормальном хар-ре распределения ген. совокупности на основе асимметрии и эксцесса.	1	2	1	0,2	2, гл.13, пар.16	3: с.276-282	Проверка выполнения практических заданий
	Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу с обучающимися преподавателем) (ФКР)				1,2			
	Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)				36			
	<b>Всего часов:</b>	16	32	16	42,8			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Экономико-математические методы»  
на 1 курс  
очно-заочной формы обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	26,7
лекций	8
практических/ семинарских	10
лабораторных	8
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	113,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма(ы) контроля:

Зачет 1 курс

Контрольная 1 курс



№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
<b>Модуль 1. Решение задач линейного программирования</b>								
1	Введение в Математические методы и модели в экономике и управлении. Математическая модель задачи оптимального программирования. Допустимое и оптимальное решение Классификация задач оптимального программирования Постановка задачи линейного программирования. Пример приложения в экономике Математическая модель задачи линейного программирования. Допустимое и оптимальное решение. Канонический вид задачи линейного программирования. Пример	1	1	1	10	8: §2.1 5: §2.1, §2.3 6: глава 1, 7: §1.1-1.3 10: §2.1 11: §1.1,1.2	8: с.14-26; задачи 1-12 5: с.32-37, 37-44 6: с.7-18 7: с.13-16 10: с.52-62 11: с.13-26	Проверка выполнения практических заданий
2	Геометрическая интерпретация задачи ЛП на плоскости. Многоугольник решений. Выпуклое множество Геометрическая	1	1	1	15	8: §2.2 5: §2.4 6: §2.4 7: §1.4 9: §1.1	8: с.26-35; задачи 1-13 5: с.58-71 6: с.41-46 7: с.28-34 9: с.8-20	Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа

	интерпретация задачи ЛП в n-мерном пространстве ( ) Алгоритм графического метода решения задачи ЛП 4 варианта исхода решения задачи ЛП (изобразите графически)							
3	Универсальный метод решения задачи ЛП. Базисные и свободные переменные Метод с естественным базисом (поиск начального базисного решения в симплекс-методе). Пример Метод искусственного базиса (поиск начального базисного решения в симплекс-методе). Дополнительные и искусственные переменные. Пример Признак оптимальности в симплекс-методе. Вид симплекс-таблицы Алгоритм симплекс-метода Элементарные преобразования Жордана-Гаусса	2	2	2	32	8: §2.3, 2.4 5: §2.5-2.8 6: §2.5 7: глава2 9: §1.2 10: §2.2 11: §1.3	8: с.35-48; задачи 1-17 (с.39-42), задачи 1-10 (с.46-48) 5: с.71-112 6: с.46-56 7: с.34-91 9: с.20-44 10: с.62-79 11: с.26-45	Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа
4	Прямая и двойственная задачи. Пример 4 взаимоисключающих случая теоремы двойственности Теорема о дополняющей нежесткости. Пример	1	2	1	10	8: §2.5 5: глава 3 6: §3.1 7: глава 3 10: §2.3 11: §1.4	8: с.48-63; задачи 1-15 5: с.127-182 6: с.56-75 7: с.91-119 10: с.79-86 11: с.45-74	Проверка выполнения практических заданий
5	Постановка задачи целочисленного линейного программирования. Стратегия поиска решения методом ветвей и границ Метод ветвей и границ:	1	2	1	20	8: §2.6 5: глава 5 6: §3.3 7: глава 5	8: с.63-69; задачи 1-10 5: с.222-256 6: с. 86-91 7: с.146-155	Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа

	критерий останова ветвления задачи, выбор нецелочисленной переменной для составления дополнительного ограничения Стратегия поиска решения методом Гомори. Выбор нецелочисленной переменной при составлении дополнительного ограничения Геометрическая интерпретация метода Гомори Понятие конгруэнтности действительных чисел. Пример использования конгруэнтности при составлении дополнительного ограничения в методе Гомори Алгоритм метода Гомори							
<b>Модуль 2. Метод потенциалов для решения транспортных задач линейного программирования</b>								
6	Постановка транспортной задачи. Виды транспортных задач Математическая модель транспортной задачи, удовлетворяющей условию баланса Условие разрешимости транспортной задачи. Стратегия решения задачи. Матрица перевозок Метод северо-западного угла. Пример Метод минимального	2	2	2	26,3	8: §2.7 5: глава 4 6: §3.2 7: глава 4 9: глава 3, глава 4 10: §2.4 11: §1.5	8: с.69-81; задачи 1-10 5: с.182-222 6: с. 75-86 7: с.119-146 9: с.56-74 10: с.86-102 11: с.74-102	Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа

<p>элемента. Пример Алгоритм метода потенциалов Идея решения транспортной задачи с нарушенным балансом: суммарные запасы больше суммарных потребностей. Пример Идея решения транспортной задачи с нарушенным балансом: суммарные потребности больше суммарных запасов. Пример Идея решения транспортной задачи с дополнительным требованием вывоза полностью продукции из заданного пункта хранения <math>A_k</math>. Пример Идея решения транспортной задачи с дополнительным требованием удовлетворения потребностей заданного пункта потребления <math>B_k</math>. Пример</p>							
<p>Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)</p>				0,7			
<p>Подготовка к зачету, контроль</p>				4			
<p><b>Всего часов:</b></p>	8	10	8	118			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Экономико-математические методы»  
на 2 курс  
очно-заочной формы обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	8
лекций	4
практических/ семинарских	4
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	53,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Форма(ы) контроля:  
Экзамен 2 курс  
Контрольная 2 курс

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
<b>Модуль 1. Базовые разделы теории вероятностей</b>								
1.	Пространство элементарных исходов. Случайные события, классификация событий, алгебра событий.	0,5			2,5	2, гл.1 4	3: 8-37 4: с.61-68	Проверка выполнения практических заданий
2.	Аксиоматическое определение вероятности, свойства вероятностей. Вероятностное пространство.				2,5	2, 3	2: с.14-15	Проверка выполнения практических заданий
3.	Условные вероятности, теоремы умножения вероятностей, независимость (взаимная независимость) событий. Полная группа событий. Формула полной вероятности, формулы Байеса.		0,5		2,5	3, гл.2	2: с.31-37	Проверка выполнения практических заданий
4.	Основные формулы комбинаторики.				2,5	3, гл. 5, 4	2: с.8-12 4: с.23-27	Проверка выполнения практических заданий
5.	Повторные независимые испытания: схема Бернулли, формула Пуассона, локальная и интегральная формулы				2,5	2, гл. 3, 4	2: с.37-51, 4:68-87	Проверка выполнения практических заданий

	Муавра-Лапласа.							
6.	Дискретная случайная величина. Распределение вероятностей случайной величины. Функция распределения, плотность распределения случайной величины, их свойства.		0,5		2,5	2, гл. 4 4: с.87-106	2: с.52-60, 4: с.132-140	Проверка выполнения практических заданий
7	Непрерывная (абсолютно непрерывная) случайная величина. Двумерное распределение СВ (дискретный и непрерывный случай).	0,5			3	2, гл. 6, гл. 8, 4	2: с.86-105, с.137-145, 4: с.106-141	Проверка выполнения практических заданий
8	Законы распределения: биномиальное, геометрическое, Пуассона и т.д.		0,5		3	2, гл.4 4: с.141-152	2: с.52-61, 4: с.172-175	Проверка выполнения практических заданий
9	Некоторые законы распределения непрерывных случайных величин: нормальное, равномерное, экспоненциальное, логарифмически нормальное.	0,5			3	2, гл.6, 4	2: с.106-118, 4: с.152-175	Проверка выполнения практических заданий
10	Мат. ожидание функции от случайных величин, его св-ва, моменты случайных величин. Дисперсия, среднее квадратическое отклонение, ковариация, их свойства. Мода, медиана, квантили.	0,5			3	2, гл.6 пар.3	2: с.99-105	Проверка выполнения практических заданий
11	Характеристики формы распределения: коэф-т асимметрии, коэф-т эксцесса. Условные числовые характеристики и		0,5		3	2, гл.8, пар.2; 2, гл.8, пар.4, 4: п.3.7, гл.5	2: с.132-136 2: с.146-150, 4: с.114-119, с.175-218	Проверка выполнения практических заданий

	их свойства. Коэффициент корреляции случайных величин и его свойства.							
12	Закон больших чисел: неравенства Чебышева, теорема Чебышева, теорема Бернулли, теорема Пуассона.				3	2, гл. 5 Интернет-ресурсы	2: с.82-85,	Проверка выполнения практических заданий
13	Центральная предельная теорема и её следствия.				3		3: с.82-87	Проверка выполнения практических заданий
<b>Модуль 2. Базовые разделы математической статистики</b>								
14	Основные понятия математической статистики. Выборочное пространство.	0,5			1,5	2, гл.9, пар.1	2: с.151	Проверка выполнения практических заданий
15	Вариационный ряд, статистический ряд (дискретный вариационный ряд), интервальный статистический ряд (интервальный вариационный ряд).	0,5			1,5	2, гл.9, пар.1	2: с.151	Проверка выполнения практических заданий
16	Эмпирическая функция и плотность распределения, их графическое представление (гистограмма, полигон).		0,5		1,5	2, гл.9, пар.2,3	2: с.152-156;	Проверка выполнения практических заданий
17	Постановка задачи точечного оценивания. Определение точечной оценки параметра $\theta$ . Требования к точечным оценкам: состоятельность, несмещенность, эффективность. Теорема о единственности эффективной оценке. Неравенство Рао-Крамера и эффективная оценка по		0,5		1,5	2, гл.10, пар.1	3: с.157-174	Проверка выполнения практических заданий



	Рао-Краммеру.							
18	Исследование свойств оценок основных числовых характеристик. Методы нахождения точечных оценок.	0,5			3	2, гл.10, пар.2,3	2: 163-173;	Проверка выполнения практических заданий
19	Понятие интервальной оценки и доверительного интервала пар-ра $\theta$ . Примеры построения дов. интервалов для числовых характеристик в случае нормального закона распределения генеральной совокупности и выборки большого объема.	0,5			3	2, гл.10, пар.4	2: с.174-180	Проверка выполнения практических заданий
20	Основные теоретические сведения по проверке непараметрических статистических гипотез. Критерии согласия.		0,5		3	4, гл.10.7	4: с.375-380	Проверка выполнения практических заданий
21	Проверка гипотезы о нормальном хар-ре распределения ген. совокупности на основе асимметрии и эксцесса.		0,5		2,3	2, гл.13, пар.16	3: с.276-282	Проверка выполнения практических заданий
22	Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)				1,7			
23	Подготовка к экзамену				9			
	<b>Всего часов:</b>	4	4		64			

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1 Перечень компетенций и индикаторов достижения с указанием соотнесённых запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции ОПК-2 способность осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач

Код и наименование индикатора компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 (“Не удовлетворительно”)	3 (“Удовлетворительно”)	4 (“Хорошо”)	5 (“Отлично”)
ОПК 2.1 Обоснованно выбирает и корректно использует методы и инструментальные средства для обработки и анализа экономических данных при выполнении конкретных задач профессиональной деятельности	Знать: 1. основные типы математических методов и моделей построения, анализа и применения математических моделей в экономике	Фрагментарные представления о методах построения, анализа и применения математических моделей в экономике	Неполные представления о методах построения, анализа и применения математических моделей в экономике	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах построения, анализа и применения математических моделей в экономике	Сформированные систематические представления о методах построения, анализа и применения математических моделей в экономике
	Уметь: 1. подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели 2. формализовать рассматриваемую проблему через	Фрагментарные умения подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели	В целом успешное, но не систематическое умение подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели	Сформированное умение подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели

<i>конкретные математические зависимости</i>				
<p><i>Владеть:</i></p> <p><i>1. методологией построения, анализа моделей и применения экономико-математических методов в экономике</i></p> <p><i>2. навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач</i></p>	<p>Фрагментарное владение методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике, навыков работы в программах.</p>	<p>Успешное и систематическое владение методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике, навыков работы в программах.</p>

Код и формулировка компетенции ОПК-3 способность анализировать и содержательно объяснять природу экономических процессов на микро- и макроуровне

Код и наименование индикатора компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 (“Не удовлетворительно”)	3 (“Удовлетворительно”)	4 (“Хорошо”)	5 (“Отлично”)
ОПК 3.2 Владеет методологией экономического исследования: математическими и статистическими инструментами количественного анализа	Знать: инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, виды финансовой, бухгалтерской, иной информации, содержащейся в отчетности предприятий различных форм собственности.	Фрагментарные представления об инструментах обработки экономических данных, о видах информации в отчетности предприятий	Неполные представления об инструментах обработки экономических данных, о видах информации в отчетности предприятий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об инструментах обработки экономических данных, о видах информации в отчетности предприятий	Сформированные систематические представления об инструментах обработки экономических данных, о видах информации в отчетности предприятий
	Уметь: применять соответствующие инструментальные средства для обработки экономических данных, использовать результаты анализа этой информации для обоснования выводов по комплексной оценке финансового состояния хозяйствующего субъекта; выявлять проблемы экономического характера при анализе конкретных ситуаций, предлагать	Фрагментарные умения обработки, анализа экономических данных; обоснования финансового состояния и оценки рисков хозяйствующего объекта.	В целом успешное, но не систематическое умение обработки, анализа экономических данных; обоснования финансового состояния и оценки рисков хозяйствующего объекта.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения обработки, анализа экономических данных; обоснования финансового состояния и оценки рисков хозяйствующего объекта.	Сформированное умение обработки, анализа экономических данных; обоснования финансового состояния и оценки рисков хозяйствующего объекта.

<p><i>способы их решения с учетом критериев социально-экономической эффективности, оценки рисков и возможных социально-экономических последствий</i></p>				
<p><i>Владеть: методологией экономического исследования; навыками применения современного математического инструментария для решения задач, связанных с расчетом параметров, необходимых для принятия решений в области оценки финансового состояния организации, кредитоспособности заемщиков, страхования рисков, инвестиционной привлекательности активов.</i></p>	<p>Фрагментарное владение методологией экономического исследования, навыками применения матем. инструментария для принятия решений в оценке фин. состояния, страхования рисков предприятия.</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение методологией экономического исследования, навыками применения матем. инструментария для принятия решений в оценке фин. состояния, страхования рисков предприятия.</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения методологией экономического исследования, навыками применения матем. инструментария для принятия решений в оценке фин. состояния, страхования рисков предприятия.</p>	<p>Успешное и систематическое владение методологией экономического исследования, навыками применения матем. инструментария для принятия решений в оценке фин. состояния, страхования рисков предприятия.</p>

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины).

Шкалы оценивания:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p><i>ОПК 2.1</i>  <i>Обоснованно выбирает и корректно использует методы и инструментальные средства для обработки и анализа экономических данных при выполнении конкретных задач профессиональной деятельности</i></p>	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. основные типы математических методов и моделей</li> <li>2. методы построения, анализа и применения математических моделей в экономике</li> </ol>	<p>Проверка практических заданий; контрольные работы; экзаменационные вопросы.</p>
	<p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. пользоваться пакетами прикладных программ при расчетах, анализировать численные результаты, оценивать их адекватность реальным данным</li> <li>2. подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели и формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости.</li> </ol>	<p>Проверка практических заданий; контрольные работы; экзаменационные вопросы.</p>

	<p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике</li><li>2. Владеть: навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач.</li></ol>	<p>Проверка практических заданий; контрольные работы; экзаменационные вопросы.</p>
--	--	--

**Рейтинг-план дисциплины**  
 «Экономико-математические методы»

направление/специальность Финансы и кредит в цифровой среде  
курс 1, семестр 1

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>25</b>
1. Аудиторная работа	1	15	0	15
2. Выполнение домашних заданий	0,5	20	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа	5	5	0	<b>25</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>25</b>
1. Аудиторная работа	1	15	0	15
2. Выполнение домашних заданий	0,5	20	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа	5	5	0	<b>25</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Выступление на конференции с докладом			0	5
2. Публикация статей			0	5
<b>Посещаемость</b>				
Посещаемость лекций				-6



Посещаемость практических занятий				-10
<b>ИТОГО:</b>				<b>110</b>

Тематика контрольных работ:

1. Решение задачи линейного программирования графическим и симплексным методом.
2. Решение транспортной задачи методом потенциалов.

**Рейтинг-план дисциплины**  
 «Экономико-математические методы»

направление/специальность Финансы и кредит в цифровой среде  
курс 1, семестр 2

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>20</b>
1. Аудиторная работа	1	15	0	15
2. Выполнение домашних заданий	0,5	10	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа	5	3	0	<b>15</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				<b>20</b>
1. Аудиторная работа	1	15	0	15
2. Выполнение домашних заданий	0,5	10	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа	5	3	0	<b>15</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Выступление на конференции с докладом			0	5
2. Публикация статей			0	5
<b>Посещаемость</b>				
Посещаемость лекций				-6

Посещаемость практических занятий				-10
Экзамен				30
<b>ИТОГО:</b>				<b>110</b>

Тематика контрольных работ:

1. Основные теоремы теории вероятностей; числовые характеристики случайных величин.
2. Проверка статистических гипотез; нахождение выборочного уравнения корреляции.

Зачёт и экзамен являются оценочными средствами для всех этапов освоения компетенций.

**Примерные вопросы для зачёта:**

1. Математическая модель задачи оптимального программирования. Допустимое и оптимальное решение
2. Классификация задач оптимального программирования
3. Математическая модель задачи линейного программирования. Допустимое и оптимальное решение
4. Канонический вид задачи линейного программирования. Пример
5. Постановка задачи линейного программирования. Пример приложения в экономике
6. Геометрическая интерпретация задачи ЛП на плоскости. Многоугольник решений. Выпуклое множество
7. Геометрическая интерпретация задачи ЛП в  $n$ -мерном пространстве ( $n \geq 3$ )
8. Алгоритм графического метода решения задачи ЛП
9. 4 варианта исхода решения задачи ЛП (изобразите графически)
10. Универсальный метод решения задачи ЛП. Базисные и свободные переменные
11. Метод с естественным базисом (поиск начального базисного решения в симплекс-методе). Пример
12. Метод искусственного базиса (поиск начального базисного решения в симплекс-методе). Дополнительные и искусственные переменные. Пример
13. Признак оптимальности в симплекс-методе. Вид симплекс-таблицы
14. Алгоритм симплекс-метода
15. Элементарные преобразования Жордана-Гаусса
16. Прямая и двойственная задачи. Пример
17. 4 взаимоисключающих случая теоремы двойственности
18. Теорема о дополняющей нежесткости. Пример
19. Постановка транспортной задачи. Виды транспортных задач
20. Математическая модель транспортной задачи, удовлетворяющей условию баланса
21. Условие разрешимости транспортной задачи. Стратегия решения задачи. Матрица перевозок
22. Метод северо-западного угла. Пример
23. Метод минимального элемента. Пример
24. Алгоритм метода потенциалов
25. Идея решения транспортной задачи с нарушенным балансом: суммарные запасы больше суммарных потребностей. Пример
26. Идея решения транспортной задачи с нарушенным балансом: суммарные потребности больше суммарных запасов. Пример
27. Идея решения транспортной задачи с дополнительным требованием вывоза полностью продукции из заданного пункта хранения  $A_k$ .  
Пример

28. Идея решения транспортной задачи с дополнительным требованием удовлетворения потребностей заданного пункта потребления  $V_k$ .  
Пример
29. Постановка задачи целочисленного линейного программирования. Стратегия поиска решения методом ветвей и границ
30. Метод ветвей и границ: критерий останова ветвления задачи, выбор нецелочисленной переменной для составления дополнительного ограничения
31. Постановка задачи целочисленного линейного программирования. Стратегия поиска решения методом Гомори. Выбор нецелочисленной переменной при составлении дополнительного ограничения
32. Геометрическая интерпретация метода Гомори
33. Понятие конгруэнтности действительных чисел. Пример использования конгруэнтности при составлении дополнительного ограничения в методе Гомори
34. Алгоритм метода Гомори

#### Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса, 1 задачу.

#### Примерные вопросы для экзамена (семестр 2):

1. Определения статистического эксперимента, пространства элементарных исходов, события. Примеры экспериментов и событий.
2. Классификация событий, действия над событиями
3.  $\sigma$  - алгебра событий, алгебра событий.
4. Аксиоматическое определение вероятности, свойства вероятностей.
5. Дискретное вероятностное пространство.
6. Непрерывное вероятностное пространство.
7. Теоремы умножения вероятностей.
8. Формула полной вероятности, формулы Байеса.
9. Повторные независимые испытания: схема Бернулли, формула Бернулли.
10. Приближенные формулы расчета вероятности  $P_n(k)$  в схеме Бернулли.

11. Определение случайной величины, случайного вектора.
12. Ряд распределения дискретной случайной величины, таблица распределения двумерного дискретного случайного вектора.
13. Функция распределения случайной величины (случайного вектора) и её свойства.
14. Непрерывная (абсолютно непрерывная) случайная величина (случайный вектор).
15. Условные распределения. Теоремы умножения. Определение независимости компонент случайного вектора.
16. Законы распределения компонент случайного вектора.
17. Законы распределения дискретных случайных величин (биномиальный, Пуассона, геометрический, гипергеометрический).
18. Законы распределения непрерывных случайных величин (нормальный, экспоненциальный, равномерный, логнормальный).
19. Функция одного случайного аргумента и её закон распределения.
20. Векторная функция векторного случайного аргумента и её закон распределения.
21. Скалярная функция векторного случайного аргумента и её закон распределения.
22. Распределение некоторых функций от нормальных случайных величин.
23. Начальные моменты случайной величины. Математическое ожидание функции от случайных величин и его свойства.
24. Центральные моменты случайной величины. Дисперсия, среднее квадратическое отклонение и их свойства.
25. Мода, медиана, квантили.
26. Характеристики формы распределения.
27. Ковариация случайных величин и её свойства.
28. Математическое ожидание и ковариационная матрица случайного вектора.
29. Условные числовые характеристики и их свойства.
30. Коэффициент корреляции случайных величин и его свойства, корреляционная матрица случайного вектора.
31. Наилучшая линейная аппроксимация случайной величины в двумерном и  $k$ -мерном случаях.
32. Корреляционное отношение, коэффициент детерминации и его свойства.
33. Определение и свойства частного коэффициента корреляции.
34. Неравенства Чебышева, теорема Чебышева.
35. Теорема Бернулли, теорема Пуассона.
36. Центральная предельная теорема и её следствия.
37. Генеральная совокупность, априорная выборка, апостериорная выборка, выборочное пространство.
38. Вариационный ряд, дискретный вариационный ряд, интервальный вариационный ряд.
39. Эмпирическая функция распределения, эмпирическая плотность распределения.
40. Точечное оценивание параметра  $\theta$ . Требования к точечным оценкам.
41. Теорема о единственности эффективной оценки.
42. Неравенство Рао-Крамера и эффективная оценка по Рао-Крамеру.

43. Исследование свойств оценки математического ожидания  $\bar{x}(\xi_{1,n})$ .
44. Исследование свойств выборочной дисперсии.
45. Методы нахождения точечных оценок.
46. Теорема Слуцкого.
47. Теорема Фишера.
48. Интервальное оценивание параметра  $\theta$ .
49. Построение доверительного интервала для математического ожидания.
50. Построение доверительного интервала для дисперсии.
51. Построение доверительного интервала для вероятности.
52. Критерий Колмогорова-Смирнова.
53. Критерий Мизеса ( $\omega^2$ ).
54. Критерий  $\chi^2$ -Пирсона.
55. Исследование нормальности распределения на основе асимметрии и эксцесса.
56. Алгоритм проверки параметрических статистических гипотез.
57. Проверка гипотезы о значении математического ожидания.
58. Проверка гипотезы о значении дисперсии.
59. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий.
60. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий.
61. Проверка гипотезы о параметре  $p$  биномиального распределения.

Образец экзаменационного билета:

Башкирский государственный университет	Направление подготовки 38.03.02 «Менеджмент»
Институт экономики, финансов и бизнеса	Профиль «Менеджмент организации»
Кафедра математических методов в экономике	Дисциплина «Математические методы и модели в экономике и управлении»

Экзаменационный билет № 1

1. Аксиоматическое определение вероятности, свойства вероятностей.
2. Точечное оценивание параметра. Требования к точечным оценкам
3. Рассчитайте вероятность того, что при 20 последовательных подбрасываниях монеты правильной формы «орел» выпадет ровно 12 раз.

Зав. кафедрой

Р.Х.Бахитова

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.



## Задания для контрольной работы

### Пример варианта контрольной работы 1

Вариант в соответствии с номером в списке группы. 20 вариантов. Номер 21 получает вариант 1, номер 22 – вариант 2 и т.д.

Задача 1. Решить графически.

Задача 2. Составить двойственную задачу к задаче 1.

Задача 3. Продемонстрировать какой случай теоремы двойственности наблюдается.

Задача 4. Решить симплекс-методом.

Задача 5. Решить задачу при условии, что переменные принимают целочисленные значения.

Вариант 1. $f(x) = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \min;$ $2x_1 + 4x_2 \geq 12;$ $1x_1 + 2x_2 \leq 15;$ $1x_1 - 3x_2 \leq -2;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	Вариант 2. $f(x) = 1x_1 + 7x_2 \rightarrow \min;$ $1x_1 + 4x_2 \geq 10;$ $2x_1 - 5x_2 \leq 15;$ $3x_1 - 3x_2 \leq -5;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
Вариант 3. $f(x) = 2x_1 - 1x_2 \rightarrow \max;$ $7x_1 + 4x_2 \geq 25;$ $1x_1 - 2x_2 \leq 10;$ $3x_1 - 1x_2 \leq 2;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	Вариант 4. $f(x) = 5x_1 - 3x_2 \rightarrow \max;$ $7x_1 + 5x_2 \geq 35;$ $2x_1 - 1x_2 \leq 8;$ $3x_1 - 5x_2 = 2;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
Вариант 5.	Вариант 6.

$f(x) = 3x_1 + 5x_2 \rightarrow \min;$ $7x_1 + 4x_2 \geq 28;$ $2x_1 - 3x_2 \leq 4;$ $3x_1 - 4x_2 = 2;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	$f(x) = 3x_1 + 6x_2 \rightarrow \min;$ $6x_1 + 5x_2 \geq 30;$ $1x_1 - 3x_2 \leq 5;$ $2x_1 - 4x_2 = 3;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
<b>Вариант 7.</b> $f(x) = 5x_1 - 4x_2 \rightarrow \max;$ $4x_1 + 5x_2 \leq 25;$ $2x_1 - x_2 \geq 5;$ $x_1 - 3x_2 = 6;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	<b>Вариант 8.</b> $f(x) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \min;$ $x_1 + 7x_2 \geq 24;$ $x_1 - x_2 \leq 5;$ $3x_1 - 3x_2 = 8;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
<b>Вариант 9.</b> $f(x) = 5x_1 + x_2 \rightarrow \max;$ $x_1 + 5x_2 \geq 4;$ $2x_1 + 4x_2 = 5;$ $3x_1 + 5x_2 \leq 8;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	<b>Вариант 10.</b> $f(x) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max;$ $-5x_1 + 5x_2 \geq 2;$ $2x_1 + 4x_2 = 5;$ $x_1 + 5x_2 \leq 8;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
<b>Вариант 11.</b> $f(x) = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max;$ $-6x_1 + 4x_2 \geq 3;$	<b>Вариант 12.</b> $f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max;$ $-6x_1 + 3x_2 \geq 4;$

$x_1 + 3x_2 = 6;$ $x_1 + 4x_2 \leq 8;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	$x_1 + 3x_2 = 6;$ $x_1 - 2x_2 \leq 7;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
<b>Вариант 13.</b> $f(x) = 5x_1 + 2x_2 \rightarrow \max;$ $-6x_1 + 4x_2 \geq 24;$ $5x_1 + 3x_2 = 25;$ $x_1 - 2x_2 \leq 10;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	<b>Вариант 14.</b> $f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max;$ $5x_1 + 3x_2 = 22;$ $-5x_1 + 4x_2 = 25;$ $x_1 - 2x_2 \leq 12;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
<b>Вариант 15.</b> $f(x) = x_1 + 4x_2 \rightarrow \max;$ $5x_1 + 3x_2 = 20;$ $-6x_1 + 4x_2 = 26;$ $x_1 - 2x_2 \leq 8;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	<b>Вариант 16.</b> $f(x) = -2x_1 + 4x_2 \rightarrow \min;$ $x_1 + 8x_2 = 22;$ $5x_1 + 4x_2 = 30;$ $4x_1 - 2x_2 \leq 28;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
<b>Вариант 17.</b> $f(x) = -3x_1 + 7x_2 \rightarrow \min;$ $x_1 + 5x_2 = 8;$ $2x_1 - x_2 \geq 2;$ $2x_1 - 3x_2 \leq 14;$	<b>Вариант 18.</b> $f(x) = -5x_1 + 10x_2 \rightarrow \max;$ $4x_1 + 5x_2 = 8;$ $4x_1 - x_2 \geq 2;$ $x_1 - 3x_2 \leq 14;$

$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$
<p>Вариант 19.</p> $f(x) = x_1 + 9x_2 \rightarrow \min;$ $3x_1 + 7x_2 = 9;$ $x_1 - 4x_2 \geq 2;$ $x_1 - 3x_2 \leq 15;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$	<p>Вариант 20.</p> $f(x) = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \max;$ $3x_1 + 7x_2 = 9;$ $x_1 - 5x_2 \geq 1;$ $x_1 - 2x_2 \leq 18;$ $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$

Описание методики оценивания:

**Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу**

Критерии оценивания	Количество баллов
Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения.	5
Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения.	4
Решение в целом верное. Задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не исказившие экономическое содержание ответа.	3

Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа.	2
Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно.	1
Решение неверное или отсутствует.	0

### Пример варианта контрольной работы 2

*Вариант в соответствии с номером в списке группы. 20 вариантов. Номер 21 получает вариант 1, номер 22 – вариант 2 и т.д.*

Задача 1. Найти начальный план найти методом минимального элемента.

Задача 2. Найти начальный план найти методом северо-западного угла.

Задача 3. Решить транспортную задачу 1 методом потенциалов, проанализировать решение.

Задача 4. Объяснить является ли решение единственным или нет. Если решение неединственное, найти еще одно оптимальное решение.

Задача 5. Построить цикл для любой небазисной клетки в задаче 1.

Вариант 1.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	1	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	1	1	3	1	40
A <sub>3</sub>	1	1	2	3	1	30
A <sub>4</sub>	2	2	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	20	30	30	40	20	

Вариант 2.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	4	3	3	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	1	1	3	1	40

A <sub>3</sub>	3	1	2	3	1	30
A <sub>4</sub>	2	3	2	2	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	40	30	40	40	20	

Вариант 3.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	2	3	3	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	1	1	1	1	40
A <sub>3</sub>	3	2	2	3	1	50
A <sub>4</sub>	2	2	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	50
Потребности	50	30	30	40	20	

Вариант 4.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	2	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	2	1	3	1	40
A <sub>3</sub>	3	1	2	3	1	30
A <sub>4</sub>	3	2	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	60	30	50	40	20	

Вариант 5.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	4	3	3	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	1	1	3	1	40
A <sub>3</sub>	3	1	1	3	1	30
A <sub>4</sub>	2	3	1	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	40	30	40	40	20	

Вариант 6.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	1	1	3	20
A <sub>2</sub>	2	1	1	1	1	40
A <sub>3</sub>	3	2	2	3	1	50
A <sub>4</sub>	1	1	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	20
Потребности	10	20	30	40	20	

Вариант 7.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	2	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	2	1	3	1	40
A <sub>3</sub>	1	1	2	1	1	30
A <sub>4</sub>	1	1	1	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	40	40	50	30	20	

Вариант 8.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	2	2	2	2	30
A <sub>2</sub>	2	1	1	2	1	40
A <sub>3</sub>	3	1	1	3	1	30
A <sub>4</sub>	2	3	1	1	1	40
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	60	30	40	40	20	

Вариант 9.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	1	1	3	10

A <sub>2</sub>	2	1	1	1	2	40
A <sub>3</sub>	1	2	2	3	1	50
A <sub>4</sub>	1	1	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	1	1	3	2	20
Потребности	10	40	30	40	10	

Вариант 10.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	3	3	2	1	2	10
A <sub>2</sub>	2	2	1	3	1	40
A <sub>3</sub>	1	1	2	1	2	10
A <sub>4</sub>	1	1	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	10
Потребности	10	40	50	30	20	

Вариант 11.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	1	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	3	1	3	1	30
A <sub>3</sub>	1	1	2	3	1	40
A <sub>4</sub>	2	2	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	3	2	1	1	2	30
Потребности	20	30	30	40	20	

Вариант 12.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	3	3	3	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	1	2	1	1	40
A <sub>3</sub>	3	1	2	3	1	30
A <sub>4</sub>	3	3	2	2	1	30



A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	20	50	40	40	20	

Вариант 13.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	2	3	3	1	2	20
A <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	40
A <sub>3</sub>	3	1	2	3	1	50
A <sub>4</sub>	2	2	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	3	50
Потребности	50	30	40	30	20	

Вариант 14.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	2	1	2	30
A <sub>2</sub>	2	2	1	3	1	30
A <sub>3</sub>	3	1	2	3	1	30
A <sub>4</sub>	3	2	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	1	2	1	1	2	30
Потребности	60	20	60	40	20	

Вариант 15.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	2	3	3	1	2	20
A <sub>2</sub>	3	1	1	3	1	30
A <sub>3</sub>	3	1	1	3	1	30
A <sub>4</sub>	2	1	1	1	1	40
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	40	40	30	40	20	

Вариант 16.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	1	1	3	20
A <sub>2</sub>	1	2	1	1	1	30
A <sub>3</sub>	3	2	2	3	1	60
A <sub>4</sub>	1	1	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	3	1	1	2	20
Потребности	20	10	30	40	20	

Вариант 17.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	2	2	1	2	10
A <sub>2</sub>	1	2	1	3	1	50
A <sub>3</sub>	1	1	2	1	1	30
A <sub>4</sub>	1	1	1	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	3	1	1	2	30
Потребности	30	50	50	30	20	

Вариант 18.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	2	2	2	2	40
A <sub>2</sub>	3	1	1	2	1	30
A <sub>3</sub>	3	1	1	3	1	30
A <sub>4</sub>	2	3	1	1	1	40
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	30
Потребности	50	40	40	40	20	

Вариант 19.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	2	3	1	1	3	10
A <sub>2</sub>	2	1	1	1	2	40
A <sub>3</sub>	1	2	2	3	1	50

A <sub>4</sub>	1	1	2	1	1	40
A <sub>5</sub>	2	1	1	3	2	10
Потребности	10	40	40	30	10	

Вариант 20.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	2	3	2	1	2	20
A <sub>2</sub>	2	2	1	3	1	30
A <sub>3</sub>	1	1	2	1	2	10
A <sub>4</sub>	1	1	2	1	1	30
A <sub>5</sub>	2	2	1	1	2	10
Потребности	20	30	50	30	20	

Описание методики оценивания:

### Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу

Критерии оценивания	Количество баллов
Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения.	5
Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения.	4
Решение в целом верное. Задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не искажившие экономическое содержание ответа.	3
Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении.	2

Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа.	
Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно.	1
Решение неверное или отсутствует.	0

### Пример варианта контрольной работы 3

1. На сборочное предприятие поступили однотипные комплектующие от трёх поставщиков в количестве:  $n_1$  с первого завода,  $n_2$  со второго и  $n_3$  с третьего (табл. 1). Вероятность качественного изготовления комплектующих на первом заводе равна  $p_1$ , для второго  $p_2$  и для третьего  $p_3$ . Какова вероятность того, что взятое случайным образом изделие будет качественным?
2. Дано распределение дискретной случайной величины  $X$  (табл. 2). Найти её математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение.
3. В городе имеются  $N$  оптовых баз (табл. 3). Вероятность того, что требуемый товар отсутствует на этих базах одинакова и равна  $p$ . Составить закон распределения числа баз, на которых отсутствует товар.

таблица 1 Варианты задания 1

Вариант	$n_1$	$p_1$	$n_2$	$p_2$	$n_3$	$p_3$	Вариант	$n_1$	$p_1$	$n_2$	$p_2$	$n_3$	$p_3$
1	25	0,9	35	0,8	40	0,7	11	20	0,9	15	0,9	15	0,8
2	15	0,8	25	0,7	10	0,7	12	14	0,8	26	0,9	10	0,8
3	40	0,9	35	0,7	25	0,9	13	16	0,8	40	0,9	44	0,7
4	25	0,7	10	0,8	15	0,8	14	30	0,9	20	0,7	50	0,7
5	10	0,9	20	0,8	20	0,6	15	20	0,8	10	0,9	20	0,9
6	40	0,8	30	0,9	30	0,8	16	25	0,9	35	0,8	40	0,7
7	20	0,8	50	0,9	30	0,8	17	15	0,8	25	0,7	20	0,9
8	35	0,7	35	0,8	30	0,9	18	40	0,9	25	0,8	35	0,8
9	15	0,9	45	0,8	40	0,9	19	14	0,8	26	0,6	20	0,7

10	40	0,8	15	0,7	45	0,8	20	18	0,9	32	0,8	30	0,7
----	----	-----	----	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----	----	-----

таблица 2 Варианты задания 2

Вариант	Числовые данные					Вариант	Числовые данные				
1	$x_i$	-5	2	3	4	11	$x_i$	-6	-2	2	3
	$p_i$	0,4	0,3	0,1	0,2		$p_i$	0,2	0,1	0,4	0,3
2	$x_i$	0,2	0,5	0,6	0,8	12	$x_i$	2	5	6	
	$p_i$	0,1	0,5	0,2	0,2		$p_i$	0,5	0,1	0,4	
3	$x_i$	-6	-2	1	4	13	$x_i$	-5	-3	1	3
	$p_i$	0,1	0,3	0,4	0,2		$p_i$	0,2	0,1	0,1	0,6
4	$x_i$	0,2	0,5	0,6		14	$x_i$	2	5	6	8
	$p_i$	0,5	0,4	0,1			$p_i$	0,2	0,2	0,4	0,2
5	$x_i$	-8	-2	1	3	15	$x_i$	4	6	8	12
	$p_i$	0,1	0,3	0,4	0,2		$p_i$	0,3	0,1	0,3	0,3
6	$x_i$	-2	1	3	5	16	$x_i$	4	6	9	
	$p_i$	0,1	0,3	0,4	0,2		$p_i$	0,4	0,3	0,3	
7	$x_i$	-3	2	3	5	17	$x_i$	4	6	8	9
	$p_i$	0,3	0,4	0,1	0,2		$p_i$	0,3	0,1	0,1	0,5
8	$x_i$	2	3	10		18	$x_i$	3	6	7	9
	$p_i$	0,1	0,4	0,5			$p_i$	0,3	0,2	0,1	0,4
9	$x_i$	-4	-1	2	3	19	$x_i$	5	10	12	14
	$p_i$	0,3	0,1	0,4	0,2		$p_i$	0,4	0,2	0,1	0,3
10	$x_i$	-3	2	3	5	20	$x_i$	6	8	14	
	$p_i$	0,3	0,4	0,1	0,2		$p_i$	0,2	0,4	0,4	

таблица 3 Варианты задания 3

Вариант	$N$	$p$	Вариант	$N$	$p$
1	3	0,2	11	3	0,15
2	4	0,25	12	3	0,18
3	3	0,1	13	4	0,24
4	2	0,2	14	2	0,14
5	4	0,1	15	3	0,16
6	3	0,2	16	4	0,15
7	4	0,3	17	3	0,24
8	3	0,1	18	2	0,1
9	3	0,12	19	3	0,12
10	4	0,3	20	4	0,14

### Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу

Критерии оценивания	Количество баллов
Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения.	5
Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения.	4
Решение в целом верное. Задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не искажившие экономическое содержание ответа.	3
Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа.	2
Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует	1

окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно.	
Решение неверное или отсутствует.	0

### Пример варианта контрольной работы 4

1. Проверить нулевую гипотезу о том, что заданное значение  $a_0$  является математическим ожиданием нормально распределенной случайной величины при 5% -м уровне значимости для двусторонней критической области, если в результате обработки выборки объёма  $n = 10$  получено выборочное среднее  $\bar{x}$ , а выборочное среднее квадратическое отклонение равно  $s_1$  (табл. 1).
2. При уровне значимости  $\alpha = 0,1$  проверить гипотезу о равенстве дисперсий двух нормально распределённых случайных величин  $X$  и  $Y$  на основе выборочных данных (табл. 2) при альтернативной гипотезе  $H_1 : \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$ .
3. Найти выборочное уравнение линейной регрессии  $Y$  на  $X$  на основании корреляционной таблицы (табл. 3).

таблица 1 Варианты задания 1

Вариант	$a_0$	$\bar{x}$	$s_1$	Вариант	$a_0$	$\bar{x}$	$s_1$
1	10	12	1	11	50	52	3
2	20	22	4	12	90	88	6
3	20	18	2	13	86	84	5
4	40	44	3	14	80	78	4
5	58	56	4	15	60	66	5
6	60	64	6	16	100	96	6
7	70	66	8	17	80	78	4
8	70	72	5	18	80	84	3
9	50	48	2	19	50	48	2
10	30	34	4	20	60	54	2

таблица 2 Варианты задания 2

Вариант	X		Y		Вариант	X		Y	
	$x_i$	$n_i$	$y_i$	$m_i$		$x_i$	$n_i$	$y_i$	$m_i$
1	142	3	140	5	11	27	3	28	8
	145	1	146	3		29	9	29	9
	146	2	147	2		32	6	30	4
	148	4	151	2		33	2	32	9
2	37	2	38	4	12	82	2	-10	14
	38	1	39	3		83	1	-9	18
	40	4	40	2		85	3	-6	12
	41	3	41	2		90	4	-3	6
	42	6	43	3					
3	39	4	75	4	13	51	6	15	7
	43	2	80	2		53	5	18	5
	45	3	84	3		55	4	20	4
	47	4	91	4		56	3	23	3
	51	2	94	2		59	2	27	6
4	3,5	1	3,6	3	14	12	2	44	4
	3,7	3	3,7	5		15	5	46	5
	3,9	5	3,8	2		18	3	47	8
	4,0	4	4,4	1		19	1	50	6
	4,1	4	4,2	4		23	4	52	7
5	9	4	9	5	15	-8	3	10	4
	10	5	10	6		-5	2	14	10
	11	3	11	4		-3	4	15	9
	12	2	13	8		1	5	18	7
	14	1	14	3		3	4	21	4
6	6,1	2	5,8	6	16	42	15	84	3
	6,5	3	6,0	4		45	17	87	2
	6,6	1	6,2	5		46	12	92	4
	7,0	4	6,3	2		50	16	96	1
	7,4	2	6,8	3					



7	20	3	18	6	17	30	4	30	6
	22	4	19	3		32	5	31	4
	23	2	20	4		33	8	32	3
	24	2	22	2		34	1	34	5
	26	4	23	5		36	2	35	2
8	0,2	6	0,4	3	18	42	4	44	16
	0,4	4	0,5	5		44	8	45	12
	0,8	2	0,9	6		48	3	46	11
	1,0	5	1,2	6		50	5	51	6
	1,2	3	1,4	6		53	10	55	5
9	31	6	85	1	19	31	7	29	8
	33	2	88	3		35	3	32	9
	34	1	95	4		40	4	33	12
	38	3	97	2		42	2	35	10
	42	2	100	5		44	4	39	11
10	15	1	20	4	20	61	5	60	4
	17	3	22	2		62	4	63	3
	20	2	23	2		64	6	64	2
	21	4	25	3		67	2	68	6
	25	6	26	1		68	3	70	5

таблица 3 Варианты задания 3

Вар	Корреляционная таблица								Вар	Корреляционная таблица							
1	Y\X	10	15	20	25	30	35		11	Y\X	5	10	15	20	25	30	
	15	6	4							15		6	4	2		2	
	25		6	8						25	4	2	8	1	5		
	35				21	2	5			35				10	7	1	
	45				4	12	6			45	5	3	8		6	7	
55					1	5		55	9	5		4		1			
2	Y\X	20	25	30	35	40	45		12	Y\X	5	10	15	20	25	30	35
	10		4	8			4			5	10		3	5		1	4

	20 30 40	2  4	4 10	8 10	2 4					15 25 35 45	3 2	4 4 5	10	6 4	2 7 10	8 1	6 5
3	Y\X	5	10	15	20	25	30		13	Y\15X	10	15	20	25	30	35	40
	14 24 34 44	4	6 8	10 32 4	8 6 12	4				10 20 30 40 50	2 3 3	4 4 5 4	4 7 2	6 4 2	5 5 4	1 6 10	5 6 8
4	Y\X	15	20	25	30	35	40		14	Y\X	5	10	15	20	25	30	35
	100 120 140 160	2 4	1 5	7 10 3	3 5 1	2 2	3			30 40 50 60 70	4 4 5	6 4 3	5 3 4	4 5 10	7 5 4	1 2 2	5 6 8
5	Y\X	20	25	30	35	40	45		15	Y\X	10	15	20	25	30	35	40
	105 115 125 135 145	2 3 1	2 4 2 3	4 2 10 8	2 3 1 8	1 8 3 3 2	5			30 50 70 90 110	2 4 10 2	4 4 4	7 4 2	6 4 8	5 5 4	1 5 6 5	5 3 10
6	Y\X	10	15	20	25	30	35		16	Y\X	10	15	20	25	30	35	40
	15 25 35 45 55	6 4	4 6	8 20 5	2 5 12 1	5 6 5				100 110 120 130 140	2 3 2 4	4 3 4 7	5 4 6 7	8 4 5	4 2 5	10 6	5 5
7	Y\X	5	10	15	20	25	30	35	17	Y\X	5	10	15	20	25	30	35
	30 40 50	4	6 4	5 3	4 5	7 1	2 1 6	5		15 25 35	10	10	4 2 5	8 5 4	5	4 3	2 3

	60 70	5	3		10	2			45 55	5 5	6 1		6	4		2	
8	Y\X	12	17	22	27	32	37		18	Y\X	10	15	20	25	30	35	
	105		4		3				10	2	4		8	4	10		
	115	2	3	1		10			30		4	7		5	1		
	125	3		5	1		4		50	3	2	5	10				
	135				8	2	1		70	2		4	6	5			
145	1	2						90		3	5	6			4		
9	Y\X	10	15	20	25	30	35		19	Y\X	10	12	14	16	18	20	22
	14			4	2	1			20		2	6	5			4	
	24	2	1		3	8	5		40	4			5	1		7	
	34		4	2	1		3		60	4	2	8	10		4		
	44	3	2	10		3	2		80		3			10	2	5	
54	1	3		9		1		100	3		4		6	5			
10	Y\X	10	15	20	25	30	35		20	Y\X	5	10	15	20	25	30	
	20	1	5		7		4		80	5	1		4	7			
	40	2		4		6	5		100		2	6	5		4		
	60		3	5	4	6			120	3		4		5	6		
	80	10		2	3		5		140		10		2	3	5		
100	2	4		4	8	10		160	10		4	8	2	4			

### Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу

Критерии оценивания	Количество баллов
Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения.	5
Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения.	4

Решение в целом верное. Задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не искажившие экономическое содержание ответа.	3
Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа.	2
Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно.	1
Решение неверное или отсутствует.	0

### Задания по контрольной работе для заочного отделения (курс 1)

*Вариант в соответствии с номером в списке группы. 20 вариантов. Номер 21 получает вариант 1, номер 22 – вариант 2 и т.д.*

Вариант 1.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \min;$$

$$2x_1 + 4x_2 \geq 12;$$

$$1x_1 + 2x_2 \leq 15;$$

$$1x_1 - 3x_2 \leq -2;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	3	1	20
$A_2$	2	1	1	40
$A_3$	1	1	2	30
Потребности	20	30	30	

Вариант 2.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 1x_1 + 7x_2 \rightarrow \min;$$

$$1x_1 + 4x_2 \geq 10;$$

$$2x_1 - 5x_2 \leq 15;$$

$$3x_1 - 3x_2 \leq -5;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	4	3	3	20
$A_2$	2	1	1	40
$A_3$	3	1	2	30
Потребности	30	20	30	

Вариант 3.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 2x_1 - 1x_2 \rightarrow \max;$$

$$7x_1 + 4x_2 \geq 25;$$

$$1x_1 - 2x_2 \leq 10;$$

$$3x_1 - 1x_2 \leq 2;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	3	2	40
$A_2$	2	1	1	40
$A_3$	3	2	2	30
Потребности	40	20	40	

Вариант 4.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 5x_1 - 3x_2 \rightarrow \max;$$

$$7x_1 + 5x_2 \geq 35;$$

$$2x_1 - 1x_2 \leq 8;$$

$$3x_1 - 5x_2 = 2;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	3	1	30
$A_2$	2	1	2	40
$A_3$	3	3	2	30
Потребности	30	30	30	

Вариант 5.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 3x_1 + 5x_2 \rightarrow \min;$$

$$7x_1 + 4x_2 \geq 28;$$

$$2x_1 - 3x_2 \leq 4;$$

$$3x_1 - 4x_2 = 2;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	2	3	3	20
$A_2$	2	1	1	40
$A_3$	3	2	2	40
Потребности	50	30	30	

Вариант 6.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 3x_1 + 6x_2 \rightarrow \min;$$

$$6x_1 + 5x_2 \geq 30;$$

$$1x_1 - 3x_2 \leq 5;$$

$$2x_1 - 4x_2 = 3;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	1	1	40
$A_2$	2	1	3	60
$A_3$	1	1	2	30



Потребности	40	60	40	
-------------	----	----	----	--

Вариант 7.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 5x_1 - 4x_2 \rightarrow \max;$$

$$4x_1 + 5x_2 \leq 25;$$

$$2x_1 - x_2 \geq 5;$$

$$x_1 - 3x_2 = 6;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	3	2	20
$A_2$	2	2	1	140
$A_3$	3	1	2	30
Потребности	160	30	50	

Вариант 8.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \min;$$

$$x_1 + 7x_2 \geq 24;$$

$$x_1 - x_2 \leq 5;$$

$$3x_1 - 3x_2 = 8;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	3	1	120
$A_2$	2	1	1	20
$A_3$	1	1	2	30
Потребности	120	20	10	

Вариант 9.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$1) f(x) = 5x_1 + x_2 \rightarrow \max;$$

$$x_1 + 5x_2 \geq 4;$$

$$2x_1 + 4x_2 = 5;$$

$$3x_1 + 5x_2 \leq 8;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	4	3	3	20
$A_2$	2	1	1	40
$A_3$	3	1	1	30
Потребности	40	30	40	

Вариант 10.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max;$$

$$-5x_1 + 5x_2 \geq 2;$$

$$2x_1 + 4x_2 = 5;$$

$$x_1 + 5x_2 \leq 8;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	3	1	1	30

A <sub>2</sub>	2	1	2	70
A <sub>3</sub>	3	3	3	30
Потребности	30	30	30	

Вариант 11.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max;$$

$$-6x_1 + 4x_2 \geq 3;$$

$$x_1 + 3x_2 = 6;$$

$$x_1 + 4x_2 \leq 8;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков A<sub>i</sub> к потребителям B<sub>j</sub>, так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	1	3	1	20
A <sub>2</sub>	2	1	1	70
A <sub>3</sub>	3	2	2	50
Потребности	70	20	30	

Вариант 12.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max;$$

$$-6x_1 + 3x_2 \geq 4;$$

$$x_1 + 3x_2 = 6;$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 7;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	1	1	40
$A_2$	2	1	3	20
$A_3$	1	1	2	90
Потребности	90	30	20	

Вариант 13.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 5x_1 + 2x_2 \rightarrow \max;$$

$$-6x_1 + 4x_2 \geq 24;$$

$$5x_1 + 3x_2 = 25;$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 10;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	3	2	120
$A_2$	2	2	1	140
$A_3$	1	1	2	130
Потребности	140	140	150	

Вариант 14.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max;$$

$$5x_1 + 3x_2 = 22;$$

$$-5x_1 + 4x_2 = 25;$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 12;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	Запасы
А <sub>1</sub>	1	3	1	110
А <sub>2</sub>	2	1	1	120
А <sub>3</sub>	1	1	2	130
Потребности	110	120	110	

Вариант 15.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = x_1 + 4x_2 \rightarrow \max;$$

$$5x_1 + 3x_2 = 20;$$

$$-6x_1 + 4x_2 = 26;$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 8;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков А<sub>i</sub> к потребителям В<sub>j</sub>, так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	В <sub>3</sub>	Запасы
А <sub>1</sub>	1	2	2	130
А <sub>2</sub>	2	1	1	140
А <sub>3</sub>	3	1	1	130
Потребности	160	130	140	

Вариант 16.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = -2x_1 + 4x_2 \rightarrow \min;$$

$$x_1 + 8x_2 = 22;$$

$$5x_1 + 4x_2 = 30;$$

$$4x_1 - 2x_2 \leq 28;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	1	1	150
$A_2$	1	1	2	170
$A_3$	1	2	2	130
Потребности	150	130	130	

Вариант 17.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = -3x_1 + 7x_2 \rightarrow \min;$$

$$x_1 + 5x_2 = 8;$$



$$2x_1 - x_2 \geq 2;$$

$$2x_1 - 3x_2 \leq 14;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	3	1	110
$A_2$	2	1	1	140
$A_3$	1	2	2	150
Потребности	110	140	130	

Вариант 18.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = -5x_1 + 10x_2 \rightarrow \max;$$

$$4x_1 + 5x_2 = 8;$$

$$4x_1 - x_2 \geq 2;$$

$$x_1 - 3x_2 \leq 14;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	3	1	1	110
$A_2$	2	2	3	120
$A_3$	1	1	2	130
Потребности	110	130	130	

Вариант 19.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = x_1 + 9x_2 \rightarrow \min;$$

$$3x_1 + 7x_2 = 9;$$

$$x_1 - 4x_2 \geq 2;$$

$$x_1 - 3x_2 \leq 15;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	3	3	2	80
$A_2$	2	2	1	40

$A_3$	1	1	2	10
Потребности	80	40	50	

Вариант 20.

Задача 1. Решить задачу линейного программирования графически.

$$f(x) = 2x_1 + 5x_2 \rightarrow \max;$$

$$3x_1 + 7x_2 = 9;$$

$$x_1 - 5x_2 \geq 1;$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 18;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$$

Задача 2. Решить задачу 1 симплекс-методом.

Задача 3. Решить транспортную задачу.

Требуется развезти груз от поставщиков  $A_i$  к потребителям  $B_j$ , так чтобы транспортные расходы были минимальные. Затраты по перевозке 1 единицы груза заданы в левом верхнем углу ячеек. Найдите оптимальный план перевозок и минимальные транспортные расходы методом потенциалов, при этом начальный план определите методом минимального элемента либо северо-западного угла.

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	3	1	100
$A_2$	2	1	1	110
$A_3$	2	2	2	30
Потребности	100	110	40	

Результат сдачи контрольной работы оценивается в ведомостях «зачтено», «не зачтено» на основе объяснения решаемых задач.

**Критерии оценивания контрольной работы:**

**Зачтено** выставляется студенту, если выполняется одно из условий:

1) Студент дал полное, развернутое решение. Студент без затруднений объяснил решение и ответил на вопросы по задаче.

2) При ответе допущены небольшие неточности.

**Незачтено** выставляется студенту, если его ответ свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании методов решения. Студент не смог найти либо объяснить решение и ответить на вопросы по задаче.

### Задания по контрольной работе для заочного отделения (Модуль 1. Базовые разделы теории вероятностей)

Вариант в соответствии с номером в списке группы. 20 вариантов. Номер 21 получает вариант 1, номер 22 – вариант 2 и т.д.

1. В партии из  $N$  изделий  $n$  изделий имеют дефект (табл. 1). Какова вероятность того, что из взятых наугад  $m$  изделий ровно  $k$  имеют скрытый дефект?
2. В магазине для продажи выставлены  $n$  изделий, среди которых  $k$  изделий некачественные (табл. 2). Какова вероятность того, что взятые случайным образом  $m$  изделий окажутся некачественными?
3. На сборочное предприятие поступили однотипные комплектующие от трёх поставщиков в количестве:  $n_1$  с первого завода,  $n_2$  со второго и  $n_3$  с третьего (табл. 3). Вероятность качественного изготовления комплектующих на первом заводе равна  $p_1$ , для второго  $p_2$  и для третьего  $p_3$ . Какова вероятность того, что взятое случайным образом изделие будет качественным?
4. Дано распределение дискретной случайной величины  $X$  (табл. 4). Найти её математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение.
5. В городе имеются  $N$  оптовых баз (табл. 5). Вероятность того, что требуемый товар отсутствует на этих базах одинакова и равна  $p$ . Составить закон распределения числа баз, на которых отсутствует товар.

таблица 1 Варианты задания 1

Вариант	$N$	$n$	$m$	$k$	Вариант	$N$	$n$	$m$	$k$
1	20	4	5	2	11	30	10	5	3
2	30	5	5	3	12	26	8	6	4
3	20	5	4	2	13	24	8	5	3
4	25	6	5	3	14	22	6	4	2
5	15	4	3	2	15	20	5	3	2
6	20	6	4	1	16	20	5	4	1

7	30	4	3	2	17	16	6	5	3
8	16	4	3	2	18	18	5	4	2
9	18	6	5	3	19	14	4	3	1
10	12	5	4	2	20	10	4	3	2

таблица 2 Варианты задания 2

Вариант	$n$	$k$	$m$	Вариант	$n$	$k$	$m$
1	20	6	2	11	30	8	3
2	18	8	3	12	25	7	2
3	16	6	2	13	23	6	3
4	14	5	3	14	24	8	2
5	12	4	3	15	30	9	3
6	10	4	2	16	15	5	2
7	18	6	3	17	17	6	3
8	22	8	2	18	18	8	4
9	24	8	3	19	20	7	2
10	26	6	2	20	22	6	3

таблица 3 Варианты задания 3

Вариант	$n_1$	$p_1$	$n_2$	$p_2$	$n_3$	$p_3$	Вариант	$n_1$	$p_1$	$n_2$	$p_2$	$n_3$	$p_3$
1	25	0,9	35	0,8	40	0,7	11	20	0,9	15	0,9	15	0,8
2	15	0,8	25	0,7	10	0,7	12	14	0,8	26	0,9	10	0,8
3	40	0,9	35	0,7	25	0,9	13	16	0,8	40	0,9	44	0,7
4	25	0,7	10	0,8	15	0,8	14	30	0,9	20	0,7	50	0,7
5	10	0,9	20	0,8	20	0,6	15	20	0,8	10	0,9	20	0,9
6	40	0,8	30	0,9	30	0,8	16	25	0,9	35	0,8	40	0,7
7	20	0,8	50	0,9	30	0,8	17	15	0,8	25	0,7	20	0,9
8	35	0,7	35	0,8	30	0,9	18	40	0,9	25	0,8	35	0,8
9	15	0,9	45	0,8	40	0,9	19	14	0,8	26	0,6	20	0,7
10	40	0,8	15	0,7	45	0,8	20	18	0,9	32	0,8	30	0,7

таблица 4 Варианты задания 4

Вариант	Числовые данные					Вариант	Числовые данные				
1	$x_i$	-5	2	3	4	11	$x_i$	-6	-2	2	3
	$p_i$	0,4	0,3	0,1	0,2		$p_i$	0,2	0,1	0,4	0,3
2	$x_i$	0,2	0,5	0,6	0,8	12	$x_i$	2	5	6	
	$p_i$	0,1	0,5	0,2	0,2		$p_i$	0,5	0,1	0,4	
3	$x_i$	-6	-2	1	4	13	$x_i$	-5	-3	1	3
	$p_i$	0,1	0,3	0,4	0,2		$p_i$	0,2	0,1	0,1	0,6
4	$x_i$	0,2	0,5	0,6		14	$x_i$	2	5	6	8
	$p_i$	0,5	0,4	0,1			$p_i$	0,2	0,2	0,4	0,2
5	$x_i$	-8	-2	1	3	15	$x_i$	4	6	8	12
	$p_i$	0,1	0,3	0,4	0,2		$p_i$	0,3	0,1	0,3	0,3
6	$x_i$	-2	1	3	5	16	$x_i$	4	6	9	
	$p_i$	0,1	0,3	0,4	0,2		$p_i$	0,4	0,3	0,3	
7	$x_i$	-3	2	3	5	17	$x_i$	4	6	8	9
	$p_i$	0,3	0,4	0,1	0,2		$p_i$	0,3	0,1	0,1	0,5
8	$x_i$	2	3	10		18	$x_i$	3	6	7	9
	$p_i$	0,1	0,4	0,5			$p_i$	0,3	0,2	0,1	0,4
9	$x_i$	-4	-1	2	3	19	$x_i$	5	10	12	14
	$p_i$	0,3	0,1	0,4	0,2		$p_i$	0,4	0,2	0,1	0,3
10	$x_i$	-3	2	3	5	20	$x_i$	6	8	14	
	$p_i$	0,3	0,4	0,1	0,2		$p_i$	0,2	0,4	0,4	

таблица 5 Варианты задания 5

Вариант	$N$	$P$	Вариант	$N$	$P$
---------	-----	-----	---------	-----	-----

1	3	0,2	11	3	0,15
2	4	0,25	12	3	0,18
3	3	0,1	13	4	0,24
4	2	0,2	14	2	0,14
5	4	0,1	15	3	0,16
6	3	0,2	16	4	0,15
7	4	0,3	17	3	0,24
8	3	0,1	18	2	0,1
9	3	0,12	19	3	0,12
10	4	0,3	20	4	0,14

Результат сдачи контрольной работы оценивается в ведомостях «зачтено», «не зачтено» на основе объяснения решаемых задач.

**Критерии оценивания контрольной работы:**

**Зачтено** выставляется студенту, если выполняется одно из условий:

- 1) Студент дал полное, развернутое решение. Студент без затруднений объяснил решение и ответил на вопросы по задаче.
- 2) При ответе допущены небольшие неточности.

**Незачтено** выставляется студенту, если его ответ свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании методов решения. Студент не смог найти либо объяснить решение и ответить на вопросы по задаче.

**Задания по контрольной работе для заочного отделения (Модуль 2. Базовые разделы математической статистики)**

*Вариант в соответствии с номером в списке группы. 20 вариантов. Номер 21 получает вариант 1, номер 22 – вариант 2 и т.д.*

1. Рассчитать и построить гистограмму относительных частот по сгруппированным данным (табл. 1), где  $m_i$  - частота попадания вариант в промежутки  $(x_i, x_{i+1}]$ .
2. Найти несмещённую выборочную дисперсию на основании данного распределения выборки (табл. 2).
3. Проверить нулевую гипотезу о том, что заданное значение  $a_0$  является математическим ожиданием нормально распределённой случайной величины при 5% -м уровне значимости для двусторонней критической области, если в результате обработки выборки объёма  $n = 10$  получено выборочное среднее  $\bar{x}$ , а выборочное среднее квадратическое отклонение равно  $s_1$  (табл. 3).

4. При уровне значимости  $\alpha = 0,1$  проверить гипотезу о равенстве дисперсий двух нормально распределённых случайных величин  $X$  и  $Y$  на основе выборочных данных (табл. 4) при альтернативной гипотезе  $H_1 : \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$ .
5. Найти выборочное уравнение линейной регрессии  $Y$  на  $X$  на основании корреляционной таблицы (табл. 5).

таблица 1 Варианты задания 1

Вариант	$i$	$x_i < X \leq x_{i+1}$	$m_i$	Вариант	$i$	$x_i < X \leq x_{i+1}$	$m_i$
1	1	2 – 4	5	11	1	2 – 6	5
	2	4 – 6	8		2	6 – 10	3
	3	6 – 8	16		3	10 – 14	18
	4	8 – 10	12		4	14 – 18	9
	5	10 – 12	9		5	18 – 22	5
2	1	3 – 7	4	12	1	14 – 16	3
	2	7 – 11	6		2	16 – 18	12
	3	11 – 15	9		3	18 – 20	10
	4	15 – 19	10		4	20 – 22	15
	5	19 – 23	11		5	22 – 24	10
3	1	-6 ÷ -2	2	13	1	5 – 10	2
	2	-2 – 2	8		2	10 – 15	14
	3	2 – 6	14		3	15 – 20	11
	4	6 – 10	6		4	20 – 25	9
	5	10 – 14	10		5	25 – 30	4
4	1	4 – 8	5	14	1	3 – 5	1
	2	8 – 12	7		2	5 – 7	6
	3	12 – 16	10		3	7 – 9	14
	4	16 – 20	12		4	9 – 11	7
	5	20 – 24	6		5	11 – 13	2
5	1	7 – 9	5	15	1	4 – 9	5
	2	9 – 11	4		2	9 – 14	9
	3	11 – 13	8		3	14 – 19	13
	4	13 – 15	12		4	19 – 24	6



	5	15 – 17	11		5	24 – 29	7
6	1	5 – 8	5	16	1	10 – 12	4
	2	8 – 11	7		2	12 – 14	12
	3	11 – 14	4		3	14 – 16	8
	4	14 – 17	1		4	16 – 18	8
	5	17 – 20	3		5	18 – 20	18
7	1	4 – 6	3	17	1	3 – 7	6
	2	6 – 8	9		2	7 – 11	8
	3	8 – 10	7		3	11 – 15	10
	4	10 – 12	22		4	15 – 19	12
	5	12 – 14	9		5	19 – 23	4
8	1	1 – 5	4	18	1	5 – 7	4
	2	5 – 9	5		2	7 – 9	14
	3	9 – 13	9		3	9 – 11	12
	4	13 – 17	10		4	11 – 13	8
	5	17 – 21	2		5	13 – 15	2
9	1	10 – 14	3	19	1	11 – 14	3
	2	14 – 18	16		2	14 – 17	8
	3	18 – 22	8		3	17 – 20	14
	4	22 – 26	7		4	20 – 23	15
	5	26 – 30	6		5	23 – 26	10
10	1	20 – 22	4	20	1	2 – 5	6
	2	22 – 24	6		2	5 – 8	24
	3	24 – 26	10		3	8 – 11	13
	4	26 – 28	4		4	11 – 14	1
	5	28 – 30	6		5	14 – 17	6

таблица 2 Варианты задания 2

Вариант	Распределение					Вариант	Распределение				
1	$x_i$	-6	-2	3	6	11	$x_i$	-4	-1	2	8

	$n_i$	12	14	6	8		$n_i$	16	8	14	12
2	$x_i$	-10	-5	-1	4	12	$x_i$	47	50	52	56
	$n_i$	25	44	16	15		$n_i$	24	16	23	17
3	$x_i$	4	8	16	24	13	$x_i$	-6	-2	2	5
	$n_i$	31	14	28	27		$n_i$	11	13	14	12
4	$x_i$	430	450	500		14	$x_i$	14	15	18	20
	$n_i$	20	18	12			$n_i$	15	12	11	12
5	$x_i$	0,01	0,04	0,08	0,14	15	$x_i$	381	385	389	
	$n_i$	19	28	31	22		$n_i$	54	22	24	
6	$x_i$	2	6	8	9	16	$x_i$	-3	1	4	8
	$n_i$	20	13	12	5		$n_i$	2	3	1	4
7	$x_i$	10	14	16	22	17	$x_i$	16	20	22	30
	$n_i$	13	24	14	9		$n_i$	14	26	17	3
8	$x_i$	3	6	8	14	18	$x_i$	38	42	46	
	$n_i$	8	14	10	18		$n_i$	52	36	12	
9	$x_i$	2	3	5	6	19	$x_i$	15	26	31	
	$n_i$	16	11	10	13		$n_i$	426	318	256	
10	$x_i$	3150	3170	3200		20	$x_i$	4	8	10	14
	$n_i$	14	6	20			$n_i$	12	24	38	26

таблица 3 Варианты задания 3

Вариант	$a_0$	$\bar{x}$	$s_1$	Вариант	$a_0$	$\bar{x}$	$s_1$
1	10	12	1	11	50	52	3

2	20	22	4	12	90	88	6
3	20	18	2	13	86	84	5
4	40	44	3	14	80	78	4
5	58	56	4	15	60	66	5
6	60	64	6	16	100	96	6
7	70	66	8	17	80	78	4
8	70	72	5	18	80	84	3
9	50	48	2	19	50	48	2
10	30	34	4	20	60	54	2

таблица 4 Варианты задания 4

Вариант	X		Y		Вариант	X		Y	
	$x_i$	$n_i$	$y_i$	$m_i$		$x_i$	$n_i$	$y_i$	$m_i$
1	142	3	140	5	11	27	3	28	8
	145	1	146	3		29	9	29	9
	146	2	147	2		32	6	30	4
	148	4	151	2		33	2	32	9
2	37	2	38	4	12	82	2	-10	14
	38	1	39	3		83	1	-9	18
	40	4	40	2		85	3	-6	12
	41	3	41	2		90	4	-3	6
	42	6	43	3					
3	39	4	75	4	13	51	6	15	7
	43	2	80	2		53	5	18	5
	45	3	84	3		55	4	20	4
	47	4	91	4		56	3	23	3
	51	2	94	2		59	2	27	6
4	3,5	1	3,6	3	14	12	2	44	4
	3,7	3	3,7	5		15	5	46	5
	3,9	5	3,8	2		18	3	47	8

	4,0	4	4,4	1		19	1	50	6
	4,1	4	4,2	4		23	4	52	7
5	9	4	9	5	15	-8	3	10	4
	10	5	10	6		-5	2	14	10
	11	3	11	4		-3	4	15	9
	12	2	13	8		1	5	18	7
	14	1	14	3		3	4	21	4
6	6,1	2	5,8	6	16	42	15	84	3
	6,5	3	6,0	4		45	17	87	2
	6,6	1	6,2	5		46	12	92	4
	7,0	4	6,3	2		50	16	96	1
	7,4	2	6,8	3					
7	20	3	18	6	17	30	4	30	6
	22	4	19	3		32	5	31	4
	23	2	20	4		33	8	32	3
	24	2	22	2		34	1	34	5
	26	4	23	5		36	2	35	2
8	0,2	6	0,4	3	18	42	4	44	16
	0,4	4	0,5	5		44	8	45	12
	0,8	2	0,9	6		48	3	46	11
	1,0	5	1,2	6		50	5	51	6
	1,2	3	1,4	6		53	10	55	5
9	31	6	85	1	19	31	7	29	8
	33	2	88	3		35	3	32	9
	34	1	95	4		40	4	33	12
	38	3	97	2		42	2	35	10
	42	2	100	5		44	4	39	11
10	15	1	20	4	20	61	5	60	4
	17	3	22	2		62	4	63	3
	20	2	23	2		64	6	64	2
	21	4	25	3		67	2	68	6
	25	6	26	1		68	3	70	5



	135 145	3 1	2 3	10	8	3	2 2			90 110	10 2	4	2	8	4	5	3 10
6	Y\X	10	15	20	25	30	35		16	Y\X	10	15	20	25	30	35	40
	15	6	4							100	2	4		8	4		10
	25		6							110	3		5		2	10	
	35			8	20	2	5			120		3		4	5	6	
	45				5	12	6			130	2		4	6			5
55					1	5		140		4	7				1	5	
7	Y\X	5	10	15	20	25	30	35	17	Y\X	5	10	15	20	25	30	35
	30		6		4		2	5		15	10		4	8		4	2
	40	4		5		7	1			25		10	2		5		3
	50		4	3	5			6		35			5	4		3	
	60	5	3			10	2			45	5	6		6	4		2
70			4	10	4	2	8	55	5	1			7	4			
8	Y\X	12	17	22	27	32	37		18	Y\X	10	15	20	25	30	35	
	105		4		3					10	2	4		8	4	10	
	115	2	3	1		10				30		4	7		5	1	
	125	3		5	1		4			50	3	2	5	10			
	135				8	2	1			70	2		4	6	5		
145	1	2						90		3	5	6			4		
9	Y\X	10	15	20	25	30	35		19	Y\X	10	12	14	16	18	20	22
	14			4	2	1				20		2	6	5			4
	24	2	1		3	8	5			40	4			5	1		7
	34		4	2	1		3			60	4	2	8	10		4	
	44	3	2	10		3	2			80		3			10	2	5
54	1	3		9		1		100	3		4		6	5			
10	Y\X	10	15	20	25	30	35		20	Y\X	5	10	15	20	25	30	
	20	1	5		7		4			80	5	1		4	7		
	40	2		4		6	5			100		2	6	5		4	
	60		3	5	4	6				120	3		4		5	6	
	80	10		2	3		5			140		10		2	3	5	
100	2	4		4	8	10		160	10		4	8	2	4			

Результат сдачи контрольной работы оценивается в ведомостях «зачтено», «не зачтено» на основе объяснения решаемых задач.

**Критерии оценивания контрольной работы:**

**Зачтено** выставляется студенту, если выполняется одно из условий:

- 1) Студент дал полное, развернутое решение. Студент без затруднений объяснил решение и ответил на вопросы по задаче.
- 2) При ответе допущены небольшие неточности.

**Незачтено** выставляется студенту, если его ответ свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании методов решения. Студент не смог найти либо объяснить решение и ответить на вопросы по задаче.

**Примеры практических заданий (семестр 1)**

Привести задачи к канонической форме:

$$\begin{array}{l} f(x) = 5 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \rightarrow \max \\ 1) \begin{cases} 2 \cdot x_1 + x_2 \leq 5 \\ 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 7 \\ x_1 + 3 \cdot x_2 \leq 9 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} f(x) = 3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 4 \cdot x_3 \rightarrow \max \\ 2) \begin{cases} 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 \leq 5 \\ 3 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + x_3 \leq 7 \\ x_1 - 3 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 \leq 9 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} f(x) = 2 \cdot x_1 + x_2 \rightarrow \max \\ 3) \begin{cases} 3 \cdot x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 5 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} f(x) = 6 \cdot x_1 + x_2 \rightarrow \min \\ 4) \begin{cases} 3 \cdot x_1 + x_2 \geq 2 \\ 2 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 \leq 10 \\ 5 \cdot x_1 - 4 \cdot x_2 \leq 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \end{array}$$

Решить задачи графически:

$$f(x) = 5 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2 \cdot x_1 + x_2 \leq 5 \\ 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 7 \\ x_1 + 3 \cdot x_2 \leq 9 \end{cases}$$

$$1) \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$f(x) = 2 \cdot x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3 \cdot x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 5 \end{cases}$$

$$2) \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$f(x) = 6 \cdot x_1 + x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 3 \cdot x_1 + x_2 \geq 2 \\ 2 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 \leq 10 \\ 5 \cdot x_1 - 4 \cdot x_2 \leq 0 \end{cases}$$

$$3) \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

Решить задачи симплекс-методом:

$$f(x) = 5 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2 \cdot x_1 + x_2 \leq 5 \\ 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 7 \\ x_1 + 3 \cdot x_2 \leq 9 \end{cases}$$

$$1) \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$f(x) = 3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 4 \cdot x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 \leq 5 \\ 3 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + x_3 \leq 7 \\ x_1 - 3 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 \leq 9 \end{cases}$$

$$2) \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$



$$f(x) = 3 \cdot x_1 + x_2 + 2 \cdot x_3 \rightarrow \max \quad f(x) = -2 \cdot x_1 + x_2 - 3 \cdot x_3 \rightarrow \max$$

$$3) \begin{cases} 4 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + x_3 \leq 8 \\ 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3 \leq 12 \\ -2 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 \leq 10 \end{cases} \quad 4) \begin{cases} 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 - x_3 \leq 6 \\ 3 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3 \leq 12 \\ x_1 - 2 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 \leq 6 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

Построить двойственную задачу. Используя теорему о дополняющей нежёсткости и результат решения исходной задачи, найти решение двойственной задачи:

$$f(x) = 5 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \rightarrow \max \quad f(x) = 3 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 4 \cdot x_3 \rightarrow \max$$

$$1) \begin{cases} 2 \cdot x_1 + x_2 \leq 5 \\ 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 7 \\ x_1 + 3 \cdot x_2 \leq 9 \end{cases} \quad 2) \begin{cases} 2 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 \leq 5 \\ 3 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + x_3 \leq 7 \\ x_1 - 3 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 \leq 9 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

$$f(x) = 3 \cdot x_1 + x_2 + 2 \cdot x_3 \rightarrow \max \quad f(x) = -2 \cdot x_1 + x_2 - 3 \cdot x_3 \rightarrow \max$$

$$3) \begin{cases} 4 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + x_3 \leq 8 \\ 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3 \leq 12 \\ -2 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 \leq 10 \end{cases} \quad 4) \begin{cases} 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 - x_3 \leq 6 \\ 3 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + 4 \cdot x_3 \leq 12 \\ x_1 - 2 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 \leq 6 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

Решить транспортные задачи:

Опорное решение через метод северо-западного угла:

потребители	15	20	5
-------------	----	----	---

поставщики \			
10	2	6	3
15	3	4	8
15	5	6	7

Опорное решение через метод минимальных тарифов:

потребители \ поставщики	10	30	60
30	4	3	2
20	2	4	8
50	6	7	3

Описание методики оценивания аудиторных практических заданий:

**Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу**

Критерии оценивания	Количество баллов
Задание выполнено полностью: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме.	1
Задание выполнено: цель выполнения задания достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.	0,5
Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.	0

Описание методики оценивания домашних практических заданий:

**Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу**

Критерии оценивания	Количество баллов
Задание выполнено полностью: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме.	0,5
Задание выполнено: цель выполнения задания достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.	0,25
Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.	0

### Примеры лабораторных заданий (семестр 1)

1) Решить графически:

$$f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$x_1 + x_2 \leq 10$$

$$5 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 \geq 15$$

$$x_2 \geq 1$$

$$x_1 \leq 5$$

$$-5 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 \leq 10$$

2) Зная решение прямой задачи, найти решение двойственной задачи.

$$f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$x_1 \leq 5$$

$$x_2 \leq 5$$

$$x_2 \geq 1$$

$$5 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 \geq 15$$

$$-5 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 \leq 10$$

$$x_2 \geq 0$$

Решение прямой задачи:  $x_1 = 5, x_2 = 5$

3) Зная решение прямой задачи, найти решение двойственной задачи:

$$f(x) = -x_1 - 2 \cdot x_2 \rightarrow \min$$

$$x_1 \leq 5$$

$$x_2 \leq 5$$

$$x_2 \geq 4$$

$$-5 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 \leq 10$$

$$x_2 \geq 0$$

Решение прямой задачи:  $x_1 = 5, x_2 = 5$

4) Решить симплекс-методом

$$f(x) = -2 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 \rightarrow \max$$

$$x_1 - 2 \cdot x_2 \leq 0$$

$$x_1 - x_2 \geq -2$$

$$x_1 \geq \frac{1}{2}$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

5) Решить симплекс-методом

$$f(x) = x_1 \rightarrow \max$$

$$4 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 \leq 10$$

$$2 \cdot x_2 \leq 3$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

6) Решить симплекс-методом

$$f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \min$$

$$14 \cdot x_1 + 10 \cdot x_2 \geq 35$$

$$5 \cdot x_1 + 9 \cdot x_2 \leq 36$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

7) Решить симплекс-методом

$$f(x) = x_1 \rightarrow \max$$

$$3 \cdot x_1 + x_2 \leq 3$$

$$5 \cdot x_1 \leq 12$$

$$2 \cdot x_2 \leq 3$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

8) Найти решение методом Гомори

$$f(x) = 2 \cdot x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 \leq 9$$

$$x_{1,2} \geq 0, \text{ целые}$$

9) Найти решение методом Гомори

$$f(x) = x_1 \rightarrow \max$$

$$5 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 \leq 6$$

$$5 \cdot x_1 \leq 12$$

$$2 \cdot x_2 \leq 3$$

$$x_{1,2} \geq 0, \text{ целые}$$

10) Найти решение методом ветвей и границ графически

$$f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\frac{x_1}{-7/2} + \frac{x_2}{11/5} \leq 1$$

$$\frac{x_1}{9/2} + \frac{x_2}{4} \leq 1$$

$$\frac{x_1}{5/4} + \frac{x_2}{11/5} \geq 1$$

$$x_{1,2} \geq 0, \text{ целые}$$

11) Найти решение методом ветвей и границ графически

$$f(x) = 2 \cdot x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\frac{x_1}{9/2} + \frac{x_2}{3} \leq 1$$

$$x_{1,2} \geq 0, \text{ целые}$$

12) Решить транспортную задачу, заданную матрицей перевозок

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	2	3	50
A <sub>2</sub>	4	3	40
A <sub>3</sub>	2	5	30
Потребности	40	80	

13) Решить транспортную задачу, найдя начальный план методом минимального элемента

Пункты	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	Запасы
A <sub>1</sub>	3	4	5	25

$A_2$	<sup>2</sup>	<sup>3</sup>	<sup>6</sup>	45
Потребности	15	25	30	

14) Решить транспортную задачу, найдя начальный план методом минимального элемента

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	<sup>1</sup>	<sup>1</sup>	<sup>2</sup>	10
$A_2$	<sup>2</sup>	<sup>3</sup>	<sup>3</sup>	30
Потребности	20	20	10	

15) Решить транспортную задачу, найдя начальный план методом северо-западного угла

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	<sup>1</sup>	<sup>1</sup>	<sup>2</sup>	10
$A_2$	<sup>2</sup>	<sup>3</sup>	<sup>3</sup>	30
Потребности	20	20	10	

16) Решить транспортную задачу, заданную матрицей перевозок

Пункты	$B_1$	$B_2$	Запасы
$A_1$	<sup>1</sup>	<sup>2</sup>	50
$A_2$	<sup>3</sup>	<sup>3</sup>	30
$A_3$	<sup>2</sup>	<sup>4</sup>	30
Потребности	40	60	

17) Решить транспортную задачу, заданную матрицей перевозок

Пункты	$B_1$	$B_2$	Запасы
$A_1$	<sup>1</sup>	<sup>2</sup>	60
$A_2$	<sup>2</sup>	<sup>4</sup>	10
$A_3$	<sup>3</sup>	<sup>3</sup>	20
Потребности	30	50	

18) Решить транспортную задачу, заданную матрицей перевозок, при дополнительном требовании полного вывоза груза из пункта  $A_2$

Пункты	$B_1$	$B_2$	Запасы
$A_1$	1	2	20
$A_2$	2	3	10
Потребности	5	15	

19) Решить транспортную задачу, заданную матрицей перевозок, при дополнительном требовании полного вывоза груза из пункта  $A_2$

Пункты	$B_1$	$B_2$	Запасы
$A_1$	3	4	35
$A_2$	1	2	25
Потребности	20	30	

20) Решить транспортную задачу при дополнительном требовании удовлетворения потребностей в пункте  $B_3$ , найдите начальный план методом северо-западного угла

Пункты	$B_1$	$B_2$	$B_3$	Запасы
$A_1$	1	1	2	10
$A_2$	2	3	3	30
Потребности	20	20	10	

21) Решить транспортную задачу при дополнительном требовании удовлетворения потребностей в пункте  $B_2$ , найдите начальный план методом северо-западного угла

Пункты	$B_1$	$B_2$	Запасы
$A_1$	2	1	25
$A_2$	4	3	15
Потребности	30	20	



22) Решить графически:

$$f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$x_1 + x_2 \leq 10$$

$$5 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 \geq 15$$

$$x_2 \geq 1, \quad x_1 \leq 5$$

$$-5 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 \leq 10$$

23) Зная решение прямой задачи, найти решение двойственной задачи.

$$f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$x_1 \leq 5$$

$$x_2 \leq 5$$

$$x_2 \geq 1$$

$$5 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 \geq 15$$

$$-5 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 \leq 10$$

$$x_2 \geq 0$$

Решение прямой задачи:  $x_1 = 5, x_2 = 5$

24) Зная решение прямой задачи, найти решение двойственной задачи:

$$f(x) = -x_1 - 2 \cdot x_2 \rightarrow \min$$

$$x_1 \leq 5, \quad x_2 \leq 5$$

$$x_2 \geq 4$$

$$-5 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 \leq 10$$

$$x_2 \geq 0$$

Решение прямой задачи:  $x_1 = 5, x_2 = 5$

25) Решить симплекс-методом

$$f(x) = -2 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 \rightarrow \max$$

$$x_1 - 2 \cdot x_2 \leq 0$$

$$x_1 - x_2 \geq -2$$

$$x_1 \geq \frac{1}{2}$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

26) Решить симплекс-методом

$$f(x) = x_1 \rightarrow \max$$

$$4 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2 \leq 10$$

$$2 \cdot x_2 \leq 3$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

27) Решить симплекс-методом

$$f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \min$$

$$14 \cdot x_1 + 10 \cdot x_2 \geq 35$$

$$5 \cdot x_1 + 9 \cdot x_2 \leq 36$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

28) Решить симплекс-методом

$$f(x) = x_1 \rightarrow \max$$

$$3 \cdot x_1 + x_2 \leq 3$$

$$5 \cdot x_1 \leq 12$$

$$2 \cdot x_2 \leq 3$$

$$x_{1,2} \geq 0$$

29) Найти решение методом Гомори

$$f(x) = 2 \cdot x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 \leq 9$$

$$x_{1,2} \geq 0, \text{ целые}$$

Описание методики оценивания аудиторных практических заданий:

**Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу**

Критерии оценивания	Количество баллов
Задание выполнено полностью: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме.	1
Задание выполнено: цель выполнения задания достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.	0,5
Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.	0

Описание методики оценивания домашних практических заданий:

**Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу**

Критерии оценивания	Количество баллов
Задание выполнено полностью: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме.	0,5
Задание выполнено: цель выполнения задания достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.	0,25

Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.
--

0
---

### Примеры практических заданий (семестр 2)

В партии из  $N$  изделий  $n$  изделий имеют дефект (табл. 1). Какова вероятность того, что из взятых наугад  $m$  изделий ровно  $k$  имеют скрытый дефект?

таблица 1 Варианты задания

Вариант	$N$	$n$	$m$	$k$	Вариант	$N$	$n$	$m$	$k$
1	20	4	5	2	11	30	10	5	3
2	30	5	5	3	12	26	8	6	4
3	20	5	4	2	13	24	8	5	3
4	25	6	5	3	14	22	6	4	2
5	15	4	3	2	15	20	5	3	2
6	20	6	4	1	16	20	5	4	1
7	30	4	3	2	17	16	6	5	3
8	16	4	3	2	18	18	5	4	2
9	18	6	5	3	19	14	4	3	1
10	12	5	4	2	20	10	4	3	2

В магазине для продажи выставлены  $n$  изделий, среди которых  $k$  изделий некачественные (табл. 2). Какова вероятность того, что взятые случайным образом  $m$  изделий окажутся некачественными?

таблица 2 Варианты задания

Вариант	$n$	$k$	$m$	Вариант	$n$	$k$	$m$
1	20	6	2	11	30	8	3
2	18	8	3	12	25	7	2
3	16	6	2	13	23	6	3
4	14	5	3	14	24	8	2
5	12	4	3	15	30	9	3
6	10	4	2	16	15	5	2

7	18	6	3	17	17	6	3
8	22	8	2	18	18	8	4
9	24	8	3	19	20	7	2
10	26	6	2	20	22	6	3

1. Статистический эксперимент заключается в бросании монеты до первого появления герба. Пространство элементарных исходов и общее число элементарных исходов представлены в ответе

а)  $\Omega = \{\varepsilon, \varepsilon\varepsilon, \varepsilon\varepsilon\varepsilon, \dots, \varepsilon\varepsilon\dots\varepsilon\varepsilon\}$ , конечное;

б)  $\Omega = \{\varepsilon, \varepsilon\varepsilon, \dots, \varepsilon\varepsilon\dots\varepsilon\varepsilon, \dots\}$ , более, чем счётное;

в)  $\Omega = \{\varepsilon, \varepsilon\varepsilon, \dots, \varepsilon\dots\varepsilon\varepsilon, \dots\}$ , счётное;

г)  $\Omega = \{\varepsilon, \varepsilon\varepsilon, \dots, \varepsilon\varepsilon\varepsilon\}$ , неизвестно.

2. Если  $A_1, A_2, \dots, A_n$  – полная группа попарно несовместных событий, то из аксиом Колмогорова следует

а)  $P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) < P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n)$ ;

б)  $P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) > P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n)$ ;

в)  $0 < P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) < 1$ ;

г)  $P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) = 1$  и в частности, при  $n=2$   $P(\bar{A}) = 1 - P(A)$ .

3. Геометрическое определение вероятности предполагает

а)  $\Omega$ -ограниченная  $k$ -мерная область с мерой  $0 < |\Omega| < \infty$ ;

элементарные исходы равновозможны, плотность распределения вероятностей элементарных исходов  $P(\omega) = \frac{1}{|\Omega|}$  и

$$P(A) = \int_{\omega \in A} P(\omega) d\omega = \frac{|A|}{|\Omega|};$$

б)  $\Omega$  - область, принадлежащая  $R^k$ ;

$$P(A) = \int_{\omega \in A} P(\omega) d\omega, \text{ где } P(\omega) \text{ – плотность распределения вероятностей элементарных исходов;}$$

в)  $P(A) = \frac{k}{n}$ , где  $k$  – число элементарных исходов принадлежащих  $A$ ,  $n$  – число элементарных исходов, принадлежащих  $\Omega$ ;

г)  $P(A) = \frac{|A|}{|\Omega|}$ , где  $|A|$  - мера  $A$ ,  $|\Omega|$  - мера  $\Omega$ .

4.  $\Omega = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$  - множество элементарных событий опыта.  $A = \{2,3,4\}$ ,  $B = \{1,3,5\}$ . Событие  $A+B$  равно

а)  $\{3,6,9\}$ ;

б)  $\{3,4,5,6,7,8,9\}$ ;

в)  $\{1,2,3,4,5\}$ ;

г)  $\{6,7,8,9,10\}$ .

5. Из ящика, в котором 8 черных шаров и  $m$  белых, берется один шар наугад. Вероятность взять белый шар равна 0,8. Число шаров в ящике равно

а) 10;      б) 16;      в) 40;      г) 64.

6.  $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6\}$  - пространство элементарных событий.  $P_1=0,2$   $P_2=0,15$   $P_3=0,05$   $P_4=0,2$   $P_5=0,3$   $P_6$  – соответствующие вероятности. Вероятность события  $A = \{\omega_1, \omega_2, \omega_6\}$  равна

а) 0,3;      б) 0,25;      в) 0,35;      г) 0,45.

7.  $\Omega = \{x \in R: 1 \leq x \leq 4\}$  - пространство элементарных равновозможных событий.  $A = \{x \in \Omega: 2 \leq x \leq 3\}$ ,  $B = \{x \in \Omega: 2,4 \leq x \leq 3,6\}$ .

Вероятность события  $P(AB)$  равна

а) 0,4;      б) 0,6;      в) 0,5;      г) 0,2.

8.  $\Omega = \{\omega_i, i = \overline{1,10}\}$  - пространство элементарных равновозможных исходов. Условная вероятность события  $A = \{\omega_3, \omega_4, \omega_6, \omega_7\}$  относительно события  $B = \{\omega_2, \omega_4, \omega_9, \omega_{10}\}$  равна

а) 0,8;      б) 0,25;      в) 1;      г) 0,5.

9. События  $A_1, A_2, \dots, A_n$  независимы в совокупности, если

а)  $P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1)P(A_2) \dots P(A_n)$ ;

б) для всякого  $k: 2 \leq k \leq n$  и для любого подмножества событий  $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}$  выполняется равенство  $P(A_{i_1} A_{i_2} \dots A_{i_k}) = P(A_{i_1})P(A_{i_2}) \dots P(A_{i_k})$ ;

в)  $P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1)P(A_2 / A_1) \dots P(A_n / A_1 A_2 \dots A_{n-1})$ ;

г) для любого подмножества событий  $A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_k}$  выполняется равенство  $P(A_{i_1} A_{i_2} \dots A_{i_k}) = P(A_{i_1})P(A_{i_2}) \dots P(A_{i_k})$ .

10. Формулы Байеса справедливы при следующих допущениях

а) гипотезы  $H_1, H_2 \dots H_n$  попарно несовместны и образуют полную группу событий;

б) гипотезы  $H_1, H_2 \dots H_n$  - несовместны в совокупности;

в) гипотезы  $H_1, H_2 \dots H_n$  - попарно независимы;

г) гипотезы  $H_1, H_2 \dots H_n$  - независимы в совокупности.

11. Симметричная монета подбрасывается трижды. Вероятность того, что герб появится ровно 2 раза, равна

а) 0,5;      б) 0,375;      в) 0,25      г) 0,125.

12. В случае конечного или счетного пространства элементарных исходов  $\Omega$  случайной величиной называют

а) любую функцию  $\xi(\omega)$ , определенную на  $\Omega$  и принимающую значение на  $\Omega_\xi \subset R$ ;

б) только непрерывную функцию, определенную на  $\Omega$ ;

в) функцию, осуществляющую взаимно однозначное отображение  $\Omega$  на  $\Omega_\xi$ , где  $\Omega_\xi$  - подмножество множества действительных чисел;

г) рациональную функцию, определенную на  $\Omega$  и принимающую значение на  $\Omega_\xi \subset R$ .

13. Функция распределения 2-мерного случайного вектора  $F_{XY}(x, y)$ . Выражение для функции распределения 1-ой компоненты  $X$  приведено в ответе

а)  $F_X(x) = F_{XY}(x, -\infty)$ ;

б)  $F_X(x) = F_{XY}(x, 0)$ ;

в)  $F_X(x) = F_{XY}(x, +\infty)$ ;

г)  $F_X(x) = \sum_y F_{XY}(x, y)$ .

14. Плотность распределения вероятностей непрерывного 2-мерного случайного вектора задается функцией  $P_{XY}(x, y)$ . Вероятность попадания значений случайного вектора в область  $A$  приведена в

а)  $P(\omega: (XY) \in A) = \iint_{R^2} P_{XY}(x, y) dx dy$ ;

б)  $P(\omega: (XY) \in A) = \iint_A P_{XY}(x, y) dx dy$ ;

в)  $P(\omega: (XY) \in A) = \max_{(x,y) \in A} P_{XY}(x, y) - \min_{(x,y) \in A} P_{XY}(x, y)$ ;

г)  $P(\omega: (XY) \in A) = \sum_{(x,y) \in A} P_{XY}(x, y)$ .

15. Дан закон распределения дискретной случайной величины  $\xi$

$x_i$	0	2	5	8	10
$p_i$	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1

Значение функции распределения в точке  $x=8$  равно

а) 0,3;      б) 0,6;      в) 0,2;      г) 0,7.

16. Случайная величина  $\xi$  равномерно распределена на  $[0;2]$ .  $P\{0,8 \leq \xi < 1,5\}$  равна

а) 0,4;      б) 0,75;      в) 0,35;      г) 0,8.



17. Дан ряд распределения дискретной случайной величины  $\xi$

$x_i$	1	3	5	7	11
$p_i$	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2

Математическое ожидание функции  $\eta = 2\xi + 3$  равно

- а) 4,8;      б) 5;      в) 6;      г) 15.

18.  $\Sigma = \begin{pmatrix} 1 & 1,6 \\ 1,6 & 4 \end{pmatrix}$  - ковариационная матрица двумерного случайного вектора  $(\xi, \eta)$ .  $\rho_{\xi\eta}$  равен

- а) 0,4;      б) 0,8;      в) 0,1;      г) 0,6.

19. Случайная величина  $\xi$  имеет математическое ожидание  $M(\xi) = 8$  и дисперсию  $D(\xi) = 2$ .  $P(\alpha \leq \xi \leq 12)$  оценивается по неравенству Чебышева. Число  $\alpha$  равно

- а) 10;      б) 6;      в) 4;      г) 2.

Описание методики оценивания аудиторных практических заданий:

**Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу**

Критерии оценивания	Количество баллов
Задание выполнено полностью: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме.	1
Задание выполнено: цель выполнения задания достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.	0,5
Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.	0

Описание методики оценивания домашних практических заданий:

### Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу

Критерии оценивания	Количество баллов
Задание выполнено полностью: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме.	0,5
Задание выполнено: цель выполнения задания достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.	0,25

### Примеры лабораторных заданий (семестр 2)

Рассчитать и построить гистограмму относительных частот по сгруппированным данным (табл. 3), где  $m_i$  - частота попадания вариант в промежуток  $(x_i, x_{i+1}]$ .

**таблица 3** Варианты задания

Вариант	$i$	$x_i < X \leq x_{i+1}$	$m_i$	Вариант	$i$	$x_i < X \leq x_{i+1}$	$m_i$
1	1	2 – 4	5	11	1	2 – 6	5
	2	4 – 6	8		2	6 – 10	3
	3	6 – 8	16		3	10 – 14	18
	4	8 – 10	12		4	14 – 18	9
	5	10 – 12	9		5	18 – 22	5
2	1	3 – 7	4	12	1	14 – 16	3
	2	7 – 11	6		2	16 – 18	12
	3	11 – 15	9		3	18 – 20	10
	4	15 – 19	10		4	20 – 22	15
	5	19 – 23	11		5	22 – 24	10
3	1	-6 ÷ -2	2	13	1	5 – 10	2
	2	-2 – 2	8		2	10 – 15	14
	3	2 – 6	14		3	15 – 20	11

	4	6 – 10	6		4	20 – 25	9
	5	10 – 14	10		5	25 – 30	4
4	1	4 – 8	5	14	1	3 – 5	1
	2	8 – 12	7		2	5 – 7	6
	3	12 – 16	10		3	7 – 9	14
	4	16 – 20	12		4	9 – 11	7
	5	20 – 24	6		5	11 – 13	2
5	1	7 – 9	5	15	1	4 – 9	5
	2	9 – 11	4		2	9 – 14	9
	3	11 – 13	8		3	14 – 19	13
	4	13 – 15	12		4	19 – 24	6
	5	15 – 17	11		5	24 – 29	7
6	1	5 – 8	5	16	1	10 – 12	4
	2	8 – 11	7		2	12 – 14	12
	3	11 – 14	4		3	14 – 16	8
	4	14 – 17	1		4	16 – 18	8
	5	17 – 20	3		5	18 – 20	18
7	1	4 – 6	3	17	1	3 – 7	6
	2	6 – 8	9		2	7 – 11	8
	3	8 – 10	7		3	11 – 15	10
	4	10 – 12	22		4	15 – 19	12
	5	12 – 14	9		5	19 – 23	4
8	1	1 – 5	4	18	1	5 – 7	4
	2	5 – 9	5		2	7 – 9	14
	3	9 – 13	9		3	9 – 11	12
	4	13 – 17	10		4	11 – 13	8
	5	17 – 21	2		5	13 – 15	2
9	1	10 – 14	3	19	1	11 – 14	3
	2	14 – 18	16		2	14 – 17	8
	3	18 – 22	8		3	17 – 20	14
	4	22 – 26	7		4	20 – 23	15
	5	26 – 30	6		5	23 – 26	10

10	1	20 – 22	4	20	1	2 – 5	6
	2	22 – 24	6		2	5 – 8	24
	3	24 – 26	10		3	8 – 11	13
	4	26 – 28	4		4	11 – 14	1
	5	28 – 30	6		5	14 – 17	6

Найти несмещённую выборочную дисперсию на основании данного распределения выборки (табл. 4).

таблица 4 Варианты задания

Вариант	Распределение					Вариант	Распределение				
1	$x_i$	-6	-	3	6	11	$x_i$	-4	-1	2	8
	$n_i$	12	14	6	8		$n_i$	16	8	14	12
2	$x_i$	-10	-	-	4	12	$x_i$	47	50	52	56
	$n_i$	25	44	16	15		$n_i$	24	16	23	17
3	$x_i$	4	8	1	2	13	$x_i$	-6	-2	2	5
	$n_i$	31	14	28	27		$n_i$	11	13	14	12
4	$x_i$	430	4	5		14	$x_i$	14	15	18	20
	$n_i$	20	18	12			$n_i$	15	12	11	12
5	$x_i$	0,01	0	0	0	15	$x_i$	381	385	389	
	$n_i$	19	28	31	22		$n_i$	54	22	24	
6	$x_i$	2	6	8	9	16	$x_i$	-3	1	4	8
	$n_i$	20	13	12	5		$n_i$	2	3	1	4
7	$x_i$	10	1	1	2	17	$x_i$	16	20	22	30
	$n_i$	13	24	14	9		$n_i$	14	26	17	3

8	$x_i$	3	6	8	1	18	$x_i$	38	42	46	
	$n_i$	8	14	10	4		18	$n_i$	52	36	12
9	$x_i$	2	3	5	6	19	$x_i$	15	26	31	
	$n_i$	16	11	10	13		$n_i$	426	318	256	
10	$x_i$	3150	3	3		20	$x_i$	4	8	10	14
	$n_i$	14	170	200			$n_i$	12	24	38	26

1. Средняя арифметическая  $\bar{X}$  случайной выборки объема  $n$ , порожденной нормально распределенной генеральной совокупностью имеет распределение

- а) нормальное;
- б) Стьюдента с  $k=n$  степенями свободы;
- в) Стьюдента с  $k=n-1$  степенями свободы;
- г)  $\chi^2$  с  $k=n$  степенями свободы.

2. По результатам пятидесяти наблюдений над случайной величиной получено  $\sum_{i=1}^{50} x_i = 150$ ;  $\sum_{i=1}^{50} x_i^2 = 510$ . Выборочная средняя

арифметическая и выборочная дисперсия соответственно равны

- а) 2 и 5;
- б) 3 и 1,5;
- в) 3 и 1,2;
- г) 2 и 1,2.

3. Интервал  $(\Theta_1, \Theta_2)$  называется доверительным для оцениваемого параметра  $\Theta$ , с заданной доверительной вероятностью  $\gamma$ , если

- а)  $\Theta_1 < \Theta < \Theta_2$ ;
- б)  $|\Theta_1 - \Theta_2| < \delta$ , где  $\delta$ - сколь угодно малое число;
- в)  $P(\Theta_1 < \Theta < \Theta_2) = \gamma$ ;

г)  $P(|\Theta - \Theta_1| < \delta) = \gamma; P(|\Theta - \Theta_2| < \delta) = \gamma$ , где  $\delta$  - сколь угодно малое число.

4. По выборке объема  $n$  найдены:  $\bar{x}(n)$ - выборочная средняя,  $S^2(n)$ - выборочная дисперсия,  $\hat{S}^2(n)$ - исправленная оценка дисперсии. Доверительный интервал для математического ожидания нормально-распределенной генеральной совокупности с неизвестной дисперсией, ищется из уравнения  $P(|U| < \delta) = \gamma$ , где

а)  $Z = \frac{\bar{x} - m}{\sigma} \sqrt{n} \in N(0,1)$ ;

б)  $Z = \frac{\bar{x} - m}{\sigma} \sqrt{n} \in t(n-1)$ ;

в)  $Z = \frac{\bar{x} - m}{S} \sqrt{n-1} \in t(n-1)$ ;

г)  $Z = \frac{\bar{x} - m}{\hat{S}} \sqrt{n} \in N(0,1)$ .

5. По выборке объема  $n=15$  из генеральной нормальной совокупности вычислено значение выборочной дисперсии  $S_x^2 = 2,8$ . С надежностью  $\gamma=0,9$  построен доверительный интервал для генеральной дисперсии. Укажите его, учитывая, что используются таблицы квантилей распределения  $\chi^2$ .

$$P(\chi_{(15)}^2 \leq 7,26) = 0,05; P(\chi_{(15)}^2 \leq 25,0) = 0,95;$$

$$P(\chi_{(14)}^2 \leq 6,57) = 0,05; P(\chi_{(14)}^2 \leq 23,7) = 0,95;$$

$$P(\chi_{(14)}^2 \leq 22,3) = 0,9; P(\chi_{(14)}^2 \leq 7,79) = 0,1.$$

а)  $\frac{15 \cdot 2,8}{25,0} \leq \sigma^2 \leq \frac{15 \cdot 2,8}{7,26}$ ;

$$\text{б) } \frac{14 \cdot 2,8}{23,7} \leq \sigma^2 \leq \frac{14 \cdot 2,8}{6,57};$$

$$\text{в) } \frac{15 \cdot 2,8}{23,3} \leq \sigma^2 \leq \frac{15 \cdot 2,8}{7,79};$$

$$\text{г) } \frac{15 \cdot 2,8}{23,7} \leq \sigma^2 \leq \frac{15 \cdot 2,8}{6,57}.$$

6. Пусть при проверке параметрической гипотезы построена критическая область  $W$  и  $z_{набл}$  – значение статистики  $Z$ . Вероятность  $\alpha$  допустить ошибку первого рода равна

$$\text{а) } \alpha = P(z_{набл} \in W | H_0);$$

$$\text{б) } \alpha = P(z_{набл} \in \bar{W} | H_0);$$

$$\text{в) } \alpha = P(z_{набл} \in \bar{W} | H_1);$$

$$\text{г) } \alpha = P(z_{набл} < z_{крит}).$$

7. По выборке объема « $n$ », извлеченной из нормально-распределенной генеральной совокупности с известной дисперсией  $\sigma^2$ , найдена  $\bar{x}(n)$  – выборочная средняя. При проверке гипотезы (на уровне значимости  $\alpha$ ) о значении генеральной средней:

$$H_0 : m = m_0;$$

$$H_1 : m = m_1, m_1 > m_0.$$

Граница критической области ищется из уравнения

$$\text{а) } P(U > U_{кр}) = \alpha, \quad \text{где } U = \frac{\bar{X} - m_0}{\sigma} \sqrt{n} \in N(0,1);$$

$$\text{б) } P(U < U_{кр}) = \alpha, \quad \text{где } U = \frac{\bar{X} - m_0}{\sigma} \sqrt{n} \in N(0,1);$$

в)  $P(U > U_{кр}) = \frac{\alpha}{2}$ , где  $U = \frac{X - m_1}{\sigma} \sqrt{n} \in N(0,1)$ ;

г)  $P(U < U_{кр}) = \alpha$ , где  $U = \frac{X - m_1}{\sigma} \sqrt{n} \in N(0,1)$ .

8. По выборке объема « $n$ », извлеченной из нормально-распределенной генеральной совокупности найдены  $\bar{x}(n)$  - выборочная средняя и  $S^2(n)$  - выборочная дисперсия. При проверке гипотезы (на уровне значимости  $\alpha$ ) о значении генеральной дисперсии:

$$H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2;$$

$$H_1 : \sigma^2 = \sigma_1^2, \sigma_1^2 < \sigma_0^2.$$

Граница критической области определяется из уравнения

а)  $P(\chi^2 > \chi_{кр}^2) = \alpha$ , где  $\chi^2 = \frac{nS^2}{\sigma_0^2} \in \chi^2(n-1)$ ;

б)  $P(\chi^2 > \chi_{кр}^2) = \alpha$ , где  $\chi^2 = \frac{nS^2}{\sigma_1^2} \in \chi^2(n-1)$ ;

в)  $P(0 < \chi^2 < \chi_{кр}^2) = \alpha$ , где  $\chi^2 = \frac{nS^2}{\sigma_0^2} \in \chi^2(n-1)$ ;

г)  $P(0 < \chi^2 < \chi_{кр}^2) = \alpha$ , где  $\chi^2 = \frac{nS^2}{\sigma_1^2} \in \chi^2(n-1)$ .

9. Математическая модель однофакторного дисперсионного анализа, описывающая влияние фактора  $A$ , имеющего  $m$  уровней на количественный признак  $Y$ , представлена в ответе

а)  $y_{ij} = \alpha + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$ , где  $j = \overline{1, m}$  - номер уровня фактора  $A$ ,

$i = \overline{1, n_j}$  - номер наблюдения, соответствующий уровню  $A_j$ .



$\alpha = MY$ ;  $\alpha_j$  - влияние (эффект) фактора  $A$  на  $j$ -м уровне;  $\varepsilon_{ij}$  - случайные величины (остатки), отражающие влияние на  $Y$  всех неучтенных факторов.

б)  $y_j = \alpha_j + \varepsilon_j$ , где  $j = \overline{1, m}$  - номер уровня фактора  $A$ ,

$\alpha_j$  - вклад в  $y_j$ , обусловленный действием  $j$ -го уровня фактора  $A$ ;

$\varepsilon_j$  - случайная величина, отражающая влияние на  $Y$  всех неучтенных факторов.

в)  $y_j = \alpha + \varepsilon_j$ , где  $j = \overline{1, m}$  - номер уровня фактора  $A$ ,  $\alpha = MY$ ;

$\varepsilon_j$  - случайная величина, отражающая влияние на  $Y_j$  всех неучтенных факторов;

г)  $y_j = \alpha + \alpha_j$ , где  $j = \overline{1, m}$  - номер уровня фактора  $A$ ,  $\alpha = MY$ ,  $\alpha_j$  - вклад в  $y_j$ , обусловленный действием  $j$ -го уровня фактора  $A$ .

10. Известны значения парного и частного коэффициентов корреляции между признаками  $\rho_{13} = -0,4$  и  $\rho_{13/2} = -0,097$ , где  $x_1$  - урожайность кормовых трав (ц/га),  $x_2$  - весеннее количество осадков,  $x_3$  - накопленная за весну сумма температур. Укажите ответ, характеризующий влияние  $x_2$  на парную стохастическую связь.

- а) не оказывает влияние;
- б) усиливает;
- в) ослабляет;
- г) характер влияния сезонный.

11. По 250 парам супругов, прожившим совместно более 10 лет, изучалась зависимость между возрастом мужей  $X$  (лет) и жен  $Y$  (лет). Было

получено уравнение регрессии:  $\hat{x} = 0,75y + 11,5$ .

Укажите: оценку среднего возраста мужчин, возраст жен которых равен 36 лет

- а) 37,5;
- б) 33,8;
- в) 38,5;
- г) 39,5

Описание методики оценивания аудиторных лабораторных заданий:

**Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу**

Критерии оценивания	Количество баллов
Задание выполнено полностью: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме.	1
Задание выполнено: цель выполнения задания достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.	0,5
Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.	0

Описание методики оценивания домашних лабораторных заданий:

**Критерии оценки (в баллах) за 1 задачу**

Критерии оценивания	Количество баллов
Задание выполнено полностью: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме.	0,5
Задание выполнено: цель выполнения задания достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.	0,25
Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.	0

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Айвазян, С. А. Прикладная статистика. Основы эконометрики: учебник для вузов в 2-х т. / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян .— 2-е изд., испр., Изд. подгот. ГУ ВШЭ. — М.: ЮНИТИ-ДАНА.Т. 1: Теория вероятностей и прикладная статистика / С. А. Айвазян; В. С. Мхитарян.— 2001.— 656 с. - URL: [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
2. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебные пособия для вузов / В. Е. Гмурман .— 5-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2001. - URL: [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
3. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник для вузов / В. Е. Гмурман. — 8-е изд., стер. — М.: Высшая школа, 2002.— 479 с. [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
4. Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. для студ. вузов / Н.Ш. Кремер. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010.— 551с.: ил. - URL: [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
5. Семенихина, О.Н. Методы оптимизации. Линейные и нелинейные методы и модели в экономике: учебное пособие / О.Н. Семенихина, И.Н. Мастяева. – Москва: Евразийский открытый институт, 2011. - 422 с. - ISBN 978-5-374-00410-6; то же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90388>.
6. Федосеев, В.В.. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник для бакалавров / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, И. В. Орлова; под ред. В. В. Федосеева .— 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2013 .— 328 с. - URL: [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)
7. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций: учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 7-е изд. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 398 с.; то же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452649>.
8. Экономико-математические методы и модели. Задачник: учеб. пособие / под ред. С. И. Макарова, С. А. Севастьяновой.— 2-е изд., перераб. — М.: Кнорус, 2009.— 208 с. — Библиогр.: с. 201. - URL: [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)

#### Дополнительная литература:

9. Кийко, П.В. Экономико-математические методы и модели: учебно-методическое пособие / П.В. Кийко. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. - 109 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443424>.

10. Математические методы и модели исследования операций: учебник / ред. В.А. Колемаева. - Москва: Юнити-Дана, 2015. - 592 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719>.
11. Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели: учебник / А.И. Новиков. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 532 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454090>.

## 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

№	Наименование Интернет-ресурса	Ссылка (URL) на Интернет ресурс
1.	Федеральная служба государственной статистики	<a href="http://www.gks.ru">www.gks.ru</a>
2.	Министерство финансов РФ	<a href="http://www.minfin.ru">www.minfin.ru</a>
3.	Международный валютный фонд	<a href="http://www.imf.org">www.imf.org</a>
4.	Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования	<a href="http://www.forecast.ru">www.forecast.ru</a>
5.	Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по РБ	<a href="http://www.bashstat.ru">www.bashstat.ru</a>
6.	Информационно-издательский центр «Статистика России»	<a href="http://www.infostat.ru">www.infostat.ru</a>
7.	Единый архив экономических и социологических данных ВШЭ	<a href="http://sophist.hse.ru/">http://sophist.hse.ru/</a>

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> №№ 110, 111, 305, 307, 308, 309.	Лекции	Учебная мебель, доска, телевизор led, экран на штативе, проектор infocus, персональный компьютер lenovo thinkcentre – 16 шт., персональный компьютер в комплекте № 1 iru corp 510 – 14 шт.
<b>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> №№ 107, 108, 110, 111, 114, 122, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 218, 220, 221, 222, 301, 305, 307, 308, 309, 311а, 311в.	Практические/семинарские занятия	Учебная мебель, доска, проекционный экран с светодиодом lumien master control, проектор casio, персональный компьютер пэвм кламас в комплекте – 18 шт., телевизор led.
<b>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> №№ 107, 108, 110, 111, 114, 122, 204, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 218, 220, 221, 222, 301, 305, 307, 308, 309, 311а, 311в.	Групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация	Учебная мебель, доска, проекционный экран с светодиодом lumien master control, проектор casio, персональный компьютер пэвм кламас в комплекте – 18 шт., телевизор led.
<b>Помещения для самостоятельной работы:</b> № 302 читальный зал (гуманитарный корпус).	Самостоятельная работа	учебная мебель, персональный компьютер в комплекте hp, моноблок, персональный компьютер в комплекте моноблок iru.