

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

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол от «05» июня 2020 г. № 7  
Зав. кафедрой



Р.Х.Бахитова

Согласовано:  
Председатель УМК института



/Л.Р. Абзалилова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Экономико-математические методы

Базовая часть

**Программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

38.03.05 Бизнес-информатика

Направленность (профиль) подготовки

«Аналитическая и инструментальная поддержка бизнеса»

Квалификация  
Бакалавр

**Разработчики (составители):**

Доцент, к.ф.-м.н.



Колясникова Е.Р.

Доцент, к.т.н.



Прудников В.Б.

Для приема 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель / составители: Колясникова Е.Р., Прудников В.Б.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры цифровой экономики и коммуникации протокол от «05» июня 2020 г. №7.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры цифровой экономики и коммуникации протокол от «22» июня 2021 г. №9.

Заведующий кафедрой



/ Р.Х. Бахитова

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. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы .....   | 4                                   |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....   | 5                                   |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине.....   | 30                                  |
| 4.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....   | 30                                  |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций ..... | 35                                  |
| 4.3. Рейтинг-план дисциплины .....   | 36                                  |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....   | 69                                  |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....   | 69                                  |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины .....  | 70                                  |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Результаты обучения                      |  | Формируемая компетенция<br>(с указанием кода)  | Примечание |
|--|--|--|------------|
| Знания                                   | 1. Знать: основные типы математических методов и моделей   | <b>ОК-7</b> способность к самоорганизации и самообразованию  |            |
|  | 2. Знать: методы построения, анализа и применения математических моделей в экономике   | <b>ПК-18</b> способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования |            |
| Умения                                   | 1. Уметь: подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости | <b>ОК-7</b> способность к самоорганизации и самообразованию  |            |
|  | 2. Уметь: пользоваться пакетами прикладных программ при расчетах, анализировать численные результаты, оценивать их адекватность реальным данным                              | <b>ПК-18</b> способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования |            |
| Владения<br>(навыки / опыт деятельности) | 1. Владеть: методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике   | <b>ОК-7</b> способность к самоорганизации и самообразованию  |            |
|  | 2. Владеть: навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач  | <b>ПК-18</b> способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования |            |

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина изучается при очной форме обучения на 1 курсе в 1 и 2 семестрах, на 2 курсе в 1 семестре, при заочной форме обучения – на 1 и 2 курсах.

Целью изучения дисциплины «Экономико-математические методы» является формирование теоретических знаний и практических навыков для решения научно-исследовательских и прикладных задач связанных с методами и моделями, применяемыми 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, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, преддипломной практики, подготовки и защиты выпускной квалификационной работы (государственной итоговой аттестации).

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

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

**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)   | 3/108                   |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 54,2                    |
| лекций  | 18                      |
| практических/ семинарских   | 18                      |
| лабораторных  | 18                      |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2                     |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 53,8                    |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | -                       |

Форма(ы) контроля:  
Зачет 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. Случайные события</b>  |  |  |        |    |     |  |   |   |
| 1.                                  | Пространство элементарных исходов. Случайные события, классификация событий, алгебра событий.  | 1  | 2      |    | 2   | 2, гл.1<br>4   | 3: 8-37<br>4: с.61-68                       | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |
| 2.                                  | Аксиоматическое определение вероятности, свойства вероятностей. Вероятностное пространство.  | 1  | 2      |    | 2   | 2, 3   | 2: с.14-15                                  | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |
| 3.                                  | Условные вероятности, теоремы умножения вероятностей, независимость (взаимная независимость) событий. Полная группа событий. Формула полной вероятности, формулы Байеса. | 1  | 2      |    | 3   | 3, гл.2  | 2: с.31-37                                  | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |
| 4.                                  | Основные формулы комбинаторики.  | 1  | 2      |    | 3   | 3, гл. 5,<br>4   | 2: с.8-12<br>4: с.23-27                     | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |
| <b>Модуль 2. Случайные величины</b> |  |  |        |    |     |  |   |   |
| 5.                                  | Повторные независимые испытания: схема Бернулли, формула Пуассона, локальная и   | 1  | 2      |    | 3   | 2, гл. 3,<br>4   | 2: с.37-51,<br>4:68-87                      | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |

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



|                     |   |           |           |           |           |                              |                         |  |
|---------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|-------------------------|--|
|                     | эксцесса. Условные числовые характеристики и их свойства. Коэффициент корреляции случайных величин и его свойства.                            |           |           |           |           |                              | 4: с.114-119, с.175-218 |  |
| 12                  | Закон больших чисел: неравенства Чебышева, теорема Чебышева, теорема Бернулли, теорема Пуассона.  | 2         | 2         |           | 7         | 2, гл. 5<br>Интернет-ресурсы | 2: с.82-85,             | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 13                  | Центральная предельная теорема и её следствия.  | 1         | 2         |           | 5,8       |                              | 3: с.82-87              | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 14                  | Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) |           |           |           | 0,2       |                              |                         |  |
| <b>Всего часов:</b> |   | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>54</b> |                              |                         |  |

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

**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)   | 3/108                   |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 48,2                    |
| лекций  | 16                      |
| практических/ семинарских   | 16                      |
| лабораторных  | 16                      |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2                     |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 59,8                    |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | -                       |

Форма(ы) контроля:  
Зачет 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. Основные методы и понятия статистического описания. Предварительная обработка данных</b> |   |  |        |    |     |  |   |   |
| 1   | Основные понятия математической статистики. Выборочное пространство.  | 2  | 2      |    | 7   | 2, гл.9, пар.1   | 2: с.151                                    | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |
| 2   | Вариационный ряд, статистический ряд (дискретный вариационный ряд), интервальный статистический ряд (интервальный вариационный ряд).  | 2  | 4      |    | 7   | 2, гл.9, пар.1   | 2: с.151                                    | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |
| 3   | Эмпирическая функция и плотность распределения, их графическое представление (гистограмма, полигон).  | 2  |        | 4  | 7   | 2, гл.9, пар.2,3   | 2: с.152-156;                               | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |
| <b>Модуль 2. Статистическое оценивание параметров</b>   |   |  |        |    |     |  |   |   |
| 4   | Постановка задачи точечного оценивания. Определение точечной оценки параметра $\theta$ . Требования к точечным оценкам: состоятельность, несмещенность, эффективность. Теорема о единственности эффективной оценке. | 2  | 4      |    | 9   | 2, гл.10, пар.1  | 3: с.157-174                                | Проверка выполнения индивидуальных заданий  |

|  |  |    |    |    |     |                   |              |  |
|--|--|----|----|----|-----|-------------------|--------------|--|
|  | Неравенство Рао-Крамера и эффективная оценка по Рао-Крамеру.   |    |    |    |     |                   |              |  |
| 5  | Исследование свойств оценок основных числовых характеристик. Методы нахождения точечных оценок.  | 2  | 4  |    | 7   | 2, гл.10, пар.2,3 | 2: 163-173;  | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 6  | 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. | 2  |    | 4  | 9   | 2, гл.10, пар.4   | 2: с.174-180 | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| <b>Модуль 3. Статистическая проверка гипотез</b> |  |    |    |    |     |                   |              |  |
| 7  | Основные теоретические сведения по проверке непараметрических статистических гипотез. Критерии согласия.   | 2  | 1  | 4  | 10  | 4, гл.10.7        | 4: с.375-380 | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 8  | Проверка гипотезы о нормальном хар-ре распределения ген. совокупности на основе асимметрии и эксцесса.   | 2  | 1  | 4  | 3,8 | 2, гл.13, пар.16  | 3: с.276-282 | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 9  | Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)  |    |    |    | 0,2 |                   |              |  |
|  | <b>Всего часов:</b>  | 16 | 16 | 16 | 60  |                   |              |  |

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Экономико-математические методы»  
на 3 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:  | 73,2                    |
| лекций  | 18                      |
| практических/ семинарских   | 36                      |
| лабораторных  | 18                      |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 1,2                     |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 34,8                    |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | 36                      |

Форма(ы) контроля:  
Экзамен 3 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  | 4   | 8: §2.1<br>5: §2.1, §2.3<br>6: глава 1,<br>7: §1.1-1.3<br>10: §2.1<br>11: §1.1,1.2 | 8: с.14-26; задачи 1-12<br>5: с.32-37, 37-44<br>6: с.7-18<br>7: с.13-16<br>10: с.52-62<br>11: с.13-26 | Проверка выполнения практических заданий  |
| 2   | Геометрическая интерпретация задачи ЛП на плоскости. Многоугольник решений. Выпуклое множество  | 2  | 4      | 2  | 4   | 8: §2.2<br>5: §2.4<br>6: §2.4<br>7: §1.4<br>9: §1.1                                | 8: с.26-35; задачи 1-13<br>5: с.58-71<br>6: с.41-46<br>7: с.28-34<br>9: с.8-20                        | Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа                                      |

|  |  |   |   |   |   |   |   |  |
|--|--|---|---|---|---|---|---|--|
|  | Геометрическая интерпретация задачи ЛП в n-мерном пространстве ( )<br>Алгоритм графического метода решения задачи ЛП<br>4 варианта исхода решения задачи ЛП (изобразите графически)  |   |   |   |   |   |   |  |
| 3  | Универсальный метод решения задачи ЛП. Базисные и свободные переменные<br>Метод с естественным базисом (поиск начального базисного решения в симплекс-методе). Пример<br>Метод искусственного базиса (поиск начального базисного решения в симплекс-методе).<br>Дополнительные и искусственные переменные. Пример<br>Признак оптимальности в симплекс-методе. Вид симплекс-таблицы<br>Алгоритм симплекс-метода<br>Элементарные преобразования Жордана-Гаусса | 4 | 6 | 4 | 8 | 8: §2.3, 2.4<br>5: §2.5-2.8<br>6: §2.5<br>7: глава2<br>9: §1.2<br>10:§2.2<br>11: §1.3 | 8: с.35-48; задачи 1-17 (с.39-42), задачи 1-10 (с.46-48)<br>5: с.71-112<br>6: с.46-56<br>7: с.34-91<br>9: с.20-44<br>10: с.62-79<br>11: с.26-45 | Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа |
| 4  | Прямая и двойственная задачи. Пример<br>4 взаимоисключающих случая теоремы двойственности<br>Теорема о дополняющей нежесткости. Пример   | 2 | 6 | 2 | 4 | 8: §2.5<br>5: глава 3<br>6: §3.1<br>7: глава 3<br>10:§2.3<br>11: §1.4                 | 8: с.48-63; задачи 1-15<br>5: с.127-182<br>6: с.56-75<br>7: с.91-119<br>10:с.79-86<br>11: с.45-74   | Проверка выполнения практических заданий                     |
| <b>Модуль 2. Метод потенциалов для решения транспортных задач линейного программирования</b> |  |   |   |   |   |   |   |  |
| 5  | Постановка транспортной задачи. Виды транспортных задач  | 4 | 8 | 4 | 8 | 8: §2.7<br>5: глава 4<br>6: §3.2<br>7: глава 4  | 8: с.69-81; задачи 1-10<br>5: с.182-222<br>6: с. 75-86  | Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа |

|  |  |  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|--|--|---|--|
| <p>Математическая модель транспортной задачи, удовлетворяющей условию баланса</p> <p>Условие разрешимости транспортной задачи.</p> <p>Стратегия решения задачи.</p> <p>Матрица перевозок</p> <p>Метод северо-западного угла. Пример</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 <math>A_k</math>. Пример</p> <p>Идея решения транспортной задачи с дополнительным требованием удовлетворения потребностей заданного пункта потребления <math>B_k</math>. Пример</p> |  |  |  |  | <p>9: глава 3, глава 4</p> <p>10: §2.4</p> <p>11: §1.5</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><b>Модуль 3. Целочисленное линейное программирование</b></p>  |  |  |  |  |  |   |  |



|   |   |   |   |   |     |   |   |   |
|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|
| 7 | <p>Постановка задачи целочисленного линейного программирования.</p> <p>Стратегия поиска решения методом ветвей и границ</p> <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> | 4 | 8 | 4 | 6,8 | <p>8: §2.6</p> <p>5: глава 5</p> <p>6: §3.3</p> <p>7: глава 5</p> | <p>8: с.63-69; задачи 1-10</p> <p>5: с.222-256</p> <p>6: с. 86-91</p> <p>7: с.146-155</p> | <p>Проверка выполнения практических заданий, контрольная работа</p> |
| 8 | Экзамен   |   |   |   | 36  |   |   |   |
| 9 | <p>Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)</p>  |   |   |   | 1,2 |   |   |   |

|  |                     |    |    |    |    |  |  |  |
|--|---------------------|----|----|----|----|--|--|--|
|  | <b>Всего часов:</b> | 18 | 36 | 18 | 72 |  |  |  |
|--|---------------------|----|----|----|----|--|--|--|

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Экономико-математические методы»  
на 1 курс  
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:  | 24,7                    |
| лекций  | 8                       |
| практических/ семинарских   | 8                       |
| 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)  | 115,3                   |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | 4                       |

Форма(ы) контроля:  
Зачет 1 курс  
Контрольная 1 курс

| №<br>п/п                            | Тема и содержание  | Форма изучения материалов:<br>лекции, практические занятия,<br>семинарские занятия, лабораторные<br>работы, самостоятельная работа и<br>трудоемкость (в часах) |        |     |     | Основная и<br>дополнительная<br>литература,<br>рекомендуемая<br>студентам (номера<br>из списка) | Задания по<br>самостоятельной<br>работе<br>студентов | Форма текущего<br>контроля<br>успеваемости<br>(коллоквиумы,<br>контрольные<br>работы,<br>компьютерные<br>тесты и т.п.) |
|-------------------------------------|--|--|--------|-----|-----|---|--|--|
|                                     |  | ЛК   | ПР/СЕМ | ЛР  | СРС |   |  |  |
| 1                                   | 2  | 4  | 5      | 6   | 7   | 8   | 9  | 10   |
| <b>Модуль 1. Случайные события</b>  |  |  |        |     |     |   |  |  |
| 1.                                  | Пространство элементарных исходов. Случайные события, классификация событий, алгебра событий.  | 0,5  | 0,5    |     | 6   | 2, гл.1   | 3: 8-37  | Проверка выполнения индивидуальных заданий   |
| 2.                                  | Аксиоматическое определение вероятности, свойства вероятностей. Вероятностное пространство.  |  | 0,5    |     | 4   | 2, 3  | 2: с.14-15   | Проверка выполнения индивидуальных заданий   |
| 3.                                  | Условные вероятности, теоремы умножения вероятностей, независимость (взаимная независимость) событий. Полная группа событий. Формула полной вероятности, формулы Байеса. | 0,5  | 0,5    |     | 6   | 3, гл.2   | 2: с.31-37   | Проверка выполнения индивидуальных заданий   |
| 4.                                  | Основные формулы комбинаторики.  |  | 0,5    | 0,5 | 6   | 3, гл. 5  | 2: с.8-12  | Проверка выполнения индивидуальных заданий   |
| <b>Модуль 2. Случайные величины</b> |  |  |        |     |     |   |  |  |
| 5.                                  | Повторные независимые испытания: схема Бернулли, формула Пуассона, локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа.  | 0,5  | 0,5    | 0,5 | 6   | 2, гл. 3  | 2: с.37-51   | Проверка выполнения индивидуальных заданий   |
| 6.                                  | Дискретная случайная величина. Распределение вероятностей случайной величины. Функция распределения, плотность   | 0,5  | 0,5    | 0,5 | 6   | 2, гл. 4  | 2: с.52-60   | Проверка выполнения индивидуальных заданий   |

|   |   |     |     |     |   |                                   |                              |  |
|---|---|-----|-----|-----|---|-----------------------------------|------------------------------|--|
|   | распределения случайной величины, их свойства.  |     |     |     |   |                                   |                              |  |
| 7   | Непрерывная (абсолютно непрерывная) случайная величина. Двумерное распределение СВ (дискретный и непрерывный случай).   | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 6 | 2, гл. 6, гл. 8                   | 2: с.86-105, с.137-145       | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| <b>Модуль 3. Законы распределения случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Предельные теоремы и Закон больших чисел.</b> |   |     |     |     |   |                                   |                              |  |
| 8   | Законы распределения: биномиальное, геометрическое, Пуассона и т.д.   | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 6 | 2, гл.4                           | 2: с.52-61                   | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 9   | Некоторые законы распределения непрерывных случайных величин: нормальное, равномерное, экспоненциальное, логарифмически нормальное.   | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 6 | 2, гл.6                           | 2: с.106-118                 | Проверка выполнения индивидуальных 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 | 0,5 | 0,5 | 6 | 2, гл.6 пар.3                     | 2: с.99-105                  | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 11  | Характеристики формы распределения: коэф-т асимметрии, коэф-т эксцесса. Условные числовые характеристики и их свойства. Коэффициент корреляции случайных величин и его свойства.  | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 6 | 2, гл.8, пар.2;<br>2, гл.8, пар.4 | 2: с.132-136<br>2: с.146-150 | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 12  | Закон больших чисел: неравенства Чебышева, теорема Чебышева, теорема Бернулли, теорема Пуассона.  | 0,5 | 0,5 |     | 6 | 2, гл. 5<br>Интернет-ресурсы      | 2: с.82-85                   | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 13  | Центральная предельная теорема и её следствия.  | 0,5 | 0,5 |     | 6 |                                   | 3: с.82-87                   | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| <b>Модуль 4. Основные методы и понятия статистического описания. Предварительная обработка данных</b>   |   |     |     |     |   |                                   |                              |  |
| 14  | Основные понятия математической статистики. Выборочное пространство.  |     | 0,5 | 0,5 | 2 | 2, гл.9, пар.1                    | 2: с.151                     | Проверка выполнения индивидуальных заданий |

|   |  |     |     |     |   |                   |               |  |
|---|--|-----|-----|-----|---|-------------------|---------------|--|
| 15  | Вариационный ряд, статистический ряд (дискретный вариационный ряд), интервальный статистический ряд (интервальный вариационный ряд).   |     | 0,5 | 0,5 | 2 | 2, гл.9, пар.1    | 2: с.151      | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 16  | Эмпирическая функция и плотность распределения, их графическое представление (гистограмма, полигон).   |     | 0,5 | 0,5 | 6 | 2, гл.9, пар.2,3  | 2: с.152-156; | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| <b>Модуль 5. Статистическое оценивание параметров</b> |  |     |     |     |   |                   |               |  |
| 17  | Постановка задачи точечного оценивания. Определение точечной оценки параметра $\theta$ . Требования к точечным оценкам: состоятельность, несмещенность, эффективность. Теорема о единственности эффективной оценки. Неравенство Рао-Крамера и эффективная оценка по Рао-Крамеру. | 0,5 |     | 0,5 | 6 | 2, гл.10, пар.1   | 3: с.157-174  | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 18  | Исследование свойств оценок основных числовых характеристик. Методы нахождения точечных оценок.  | 0,5 |     | 0,5 | 6 | 2, гл.10, пар.2,3 | 2: 163-173;   |  |
| 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 |     | 0,5 | 7 | 2, гл.10, пар.4   | 2: с.174-180  | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| <b>Модуль 6. Статистическая проверка гипотез</b>      |  |     |     |     |   |                   |               |  |
| 20  | Основные теоретические сведения по проверке непараметрических статистических гипотез. Критерии согласия.   | 0,5 |     | 0,5 | 5 | 4, гл.10.7        | 4: с.375-380  | Проверка выполнения индивидуальных заданий |

|    |   |     |   |     |     |                  |              |  |
|----|---|-----|---|-----|-----|------------------|--------------|--|
| 21 | Проверка гипотезы о нормальном хар-ре распределения ген. совокупности на основе асимметрии и эксцесса.  | 0,5 |   | 0,5 | 5,3 | 2, гл.13, пар.16 | 3: с.276-282 | Проверка выполнения индивидуальных заданий |
| 22 | Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) |     |   |     | 0,7 |                  |              |  |
| 23 | Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   |     |   |     | 4   |                  |              |  |
|    | <b>Всего часов:</b>   | 8   | 8 | 8   | 120 |                  |              |  |

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

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

| <b>Вид работы</b>   | <b>Объем дисциплины</b> |
|---|-------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)   | 6/216                   |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем:  | 20,4                    |
| лекций  | 6                       |
| практических/ семинарских   | 6                       |
| лабораторных  | 6                       |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 2,4                     |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)  | 182,6                   |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)   | 13                      |

Форма(ы) контроля:  
Зачет 2 курс  
Экзамен 2 курс  
Контрольная (2) 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. Решение задач линейного программирования</b> |   |  |        |    |     |  |  |   |
| 1   | Введение в Математические методы и модели в экономике и управлении.<br>Математическая модель задачи оптимального программирования.<br>Допустимое и оптимальное решение<br>Классификация задач оптимального программирования<br>Постановка задачи линейного программирования. Пример приложения в экономике<br>Математическая модель задачи линейного программирования.<br>Допустимое и оптимальное решение.<br>Канонический вид задачи линейного программирования. Пример | 1  | 1      | 1  | 19  | 8: §2.1<br>5: §2.1, §2.3<br>6: глава 1,<br>7: §1.1-1.3<br>10: §2.1<br>11: §1.1,1.2 | 8: с.14-26;задачи 1-12<br>5: с.32-37, 37-44<br>6: с.7-18<br>7: с.13-16<br>10: с.52-62<br>11: с.13-26 | Проверка выполнения практических заданий  |
| 2   | Геометрическая интерпретация задачи ЛП на плоскости.<br>Многоугольник решений.<br>Выпуклое множество  | 1  | 1      | 1  | 20  | 8: §2.2<br>5: §2.4<br>6: §2.4<br>7: §1.4<br>9: §1.1                                | 8: с.26-35;задачи 1-13<br>5: с.58-71<br>6: с.41-46<br>7: с.28-34<br>9: с.8-20                        | Проверка выполнения практических заданий  |

|  |  |   |   |   |    |   |   |  |
|--|--|---|---|---|----|---|---|--|
|  | Геометрическая интерпретация задачи ЛП в n-мерном пространстве ( )<br>Алгоритм графического метода решения задачи ЛП<br>4 варианта исхода решения задачи ЛП (изобразите графически)  |   |   |   |    |   |   |  |
| 3  | Универсальный метод решения задачи ЛП. Базисные и свободные переменные<br>Метод с естественным базисом (поиск начального базисного решения в симплекс-методе). Пример<br>Метод искусственного базиса (поиск начального базисного решения в симплекс-методе).<br>Дополнительные и искусственные переменные. Пример<br>Признак оптимальности в симплекс-методе. Вид симплекс-таблицы<br>Алгоритм симплекс-метода<br>Элементарные преобразования Жордана-Гаусса | 1 | 1 | 1 | 40 | 8: §2.3, 2.4<br>5: §2.5-2.8<br>6: §2.5<br>7: глава2<br>9: §1.2<br>10:§2.2<br>11: §1.3 | 8: с.35-48; задачи 1-17 (с.39-42), задачи 1-10 (с.46-48)<br>5: с.71-112<br>6: с.46-56<br>7: с.34-91<br>9: с.20-44<br>10: с.62-79<br>11: с.26-45 | Проверка выполнения практических заданий |
| 4  | Прямая и двойственная задачи. Пример<br>4 взаимоисключающих случая теоремы двойственности<br>Теорема о дополняющей нежесткости. Пример   | 1 | 1 | 1 | 30 | 8: §2.5<br>5: глава 3<br>6: §3.1<br>7: глава 3<br>10:§2.3<br>11: §1.4                 | 8: с.48-63; задачи 1-15<br>5: с.127-182<br>6: с.56-75<br>7: с.91-119<br>10:с.79-86<br>11: с.45-74   | Проверка выполнения практических заданий |
| <b>Модуль 2. Метод потенциалов для решения транспортных задач линейного программирования</b> |  |   |   |   |    |   |   |  |
| 5  | Постановка транспортной задачи. Виды транспортных задач  | 1 | 1 | 1 | 38 | 8: §2.7<br>5: глава 4<br>6: §3.2<br>7: глава 4  | 8: с.69-81; задачи 1-10<br>5: с.182-222<br>6: с. 75-86  | Проверка выполнения практических заданий |

|  |  |  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|--|--|---|--|
| <p>Математическая модель транспортной задачи, удовлетворяющей условию баланса</p> <p>Условие разрешимости транспортной задачи.</p> <p>Стратегия решения задачи.</p> <p>Матрица перевозок</p> <p>Метод северо-западного угла. Пример</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 <math>A_k</math>. Пример</p> <p>Идея решения транспортной задачи с дополнительным требованием удовлетворения потребностей заданного пункта потребления <math>B_k</math>. Пример</p> |  |  |  |  | <p>9: глава 3, глава 4</p> <p>10: §2.4</p> <p>11: §1.5</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><b>Модуль 3. Целочисленное линейное программирование</b></p>  |  |  |  |  |  |   |  |

|   |   |   |   |   |      |   |   |  |
|---|---|---|---|---|------|---|---|--|
| 6 | <p>Постановка задачи целочисленного линейного программирования.</p> <p>Стратегия поиска решения методом ветвей и границ</p> <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> | 1 | 1 | 1 | 35,6 | <p>8: §2.6</p> <p>5: глава 5</p> <p>6: §3.3</p> <p>7: глава 5</p> | <p>8: с.63-69; задачи 1-10</p> <p>5: с.222-256</p> <p>6: с. 86-91</p> <p>7: с.146-155</p> | Проверка выполнения практических заданий |
|   | <p>Другие (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)</p>  |   |   |   | 2,4  |   |   |  |
|   | <p>Экзамен</p>  |   |   |   | 9    |   |   |  |

|  |                     |   |   |   |     |  |  |  |
|--|---------------------|---|---|---|-----|--|--|--|
|  | Зачет               |   |   |   | 4   |  |  |  |
|  | <b>Всего часов:</b> | 6 | 6 | 6 | 198 |  |  |  |

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

###### ОК-7 способность к самоорганизации и самообразованию

| Этап<br>(уровень)<br>освоения<br>компетенции | Планируемые результаты обучения<br>(показатели достижения заданного уровня<br>освоения компетенций)   | Критерии оценивания результатов обучения  |   |
|--|---|---|---|
|  |   | Не зачтено  | Зачтено   |
| Первый этап<br>(уровень)                     | Знать: основные типы математических методов и моделей, применяемых в экономике  | Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных типах математических методов и моделей, применяемых в экономике   | Сформированные систематические или содержащие отдельные пробелы представления об основных типах математических методов и моделей, применяемых в экономике   |
| Второй этап<br>(уровень)                     | Уметь: подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости | Отсутствие или фрагментарные умения подготавливать исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости | Сформированное или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение подготавливать исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости |
| Третий этап<br>(уровень)                     | Владеть: методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике   | Отсутствие или фрагментарное владение методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике  | Успешное и систематическое или содержащее отдельные пробелы владение методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике   |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|

**ОК-7** способность к самоорганизации и самообразованию

| Этап<br>(уровень)<br>освоения<br>компетенции | Планируемые<br>результаты<br>обучения<br>(показатели<br>достижения<br>заданного уровня<br>освоения<br>компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения   |  |  |   |
|--|---|--|--|--|---|
|  |   | 2  | 3  | 4  | 5   |
| Первый этап<br>(уровень)                     | Знать: основные типы математических методов и моделей, применяемых в экономике  | Фрагментарные представления об основных типах математических методов и моделей, применяемых в экономике  | Неполные представления об основных типах математических методов и моделей, применяемых в экономике   | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных типах математических методов и моделей, применяемых в экономике  | Сформированные систематические представления об основных типах математических методов и моделей, применяемых в экономике  |
| Второй этап<br>(уровень)                     | Уметь: подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости | Фрагментарные умения подготавливать исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости | В целом успешное, но не систематическое умение подготавливать исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение подготавливать исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости | Сформированное умение подготавливать исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости |

|                          |   |  |   |   |  |
|--------------------------|---|--|---|---|--|
| Третий этап<br>(уровень) | Владеть:<br>методологией<br>построения, анализа<br>и применения<br>математических<br>методов и моделей<br>в экономике | Фрагментарное<br>владение<br>методологией<br>построения, анализа и<br>применения<br>математических<br>методов и моделей в<br>экономике | В целом успешное, но<br>не систематическое<br>владение<br>методологией<br>построения, анализа и<br>применения<br>математических<br>методов и моделей в<br>экономике | В целом успешное, но<br>содержащее отдельные<br>пробелы владение<br>методологией построения,<br>анализа и применения<br>математических методов и<br>моделей в экономике | Успешное и<br>систематическое<br>владение<br>методологией<br>построения, анализа и<br>применения<br>математических<br>методов и моделей в<br>экономике |
|--------------------------|---|--|---|---|--|

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

| Этап<br>(уровень)<br>освоения<br>компетенции | Планируемые результаты обучения<br>(показатели достижения заданного уровня<br>освоения компетенций)  | Критерии оценивания результатов обучения   |  |
|--|--|--|--|
|  |  | Не зачтено   | Зачтено  |
| Первый этап<br>(уровень)                     | Знать: методы построения, анализа и применения математических моделей в экономике  | Отсутствие или фрагментарные представления о методах построения, анализа и применения математических моделей в экономике                       | Сформированные систематические или содержащие отдельные пробелы представления о методах построения, анализа и применения математических моделей в экономике                                    |
| Второй этап<br>(уровень)                     | Уметь: пользоваться пакетами прикладных программ при расчетах; анализировать численные результаты, оценивать их адекватность реальным данным | Фрагментарные умения в использовании пакетов прикладных программ при расчетах, анализе численных результатов и их адекватности реальным данным | Сформированные систематические или содержащие отдельные пробелы умения использования пакетов прикладных программ при расчетах, анализе численных результатов и их адекватности реальным данным |



|                          |  |  |  |
|--------------------------|--|--|--|
| Третий этап<br>(уровень) | Владеть: навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач | Фрагментарное владение навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач | Успешное и систематическое или содержащее отдельные пробелы владение навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач |
|--------------------------|--|--|--|

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

| Этап<br>(уровень)<br>освоения<br>компетенции | Планируемые результаты<br>обучения<br>(показатели достижения<br>заданного уровня освоения<br>компетенций)                                    | Критерии оценивания результатов обучения  |  |   |  |
|--|--|---|--|---|--|
|  |  | 2   | 3  | 4   | 5  |
| Первый этап<br>(уровень)                     | Знать: методы 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 |
| Второй этап<br>(уровень)                     | Уметь: пользоваться пакетами прикладных программ при расчетах; анализировать численные результаты, оценивать их адекватность реальным данным | Фрагментарные умения в использовании пакетов прикладных программ при                                      | В целом успешное, но не систематическое умение использования пакетов                                 | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использования пакетов  | Сформированное умение использования пакетов прикладных программ при  |

|                       |  |  |  |  |   |
|-----------------------|--|--|--|--|---|
|                       |  | расчетах, анализе численных результатов и их адекватности реальным данным                                | прикладных программ при расчетах, анализе численных результатов и их адекватности реальным данным                                  | прикладных программ при расчетах, анализе численных результатов и их адекватности реальным данным  | расчетах, анализе численных результатов и их адекватности реальным данным   |
| Третий этап (уровень) | Владеть: навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач | Фрагментарное владение навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач | В целом успешное, но не систематическое владение навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач | Успешное и систематическое владение навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач |

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 оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**  
**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

| Этапы освоения                                    | Результаты обучения  | Компетенция  | Оценочное средство  |
|---|--|--------------|---|
| 1-й этап<br>Знания                                | 1. Знать: основные типы математических методов и моделей   | <b>ОК-7</b>  | вопросы к зачету; экзаменационные вопросы; тест                     |
|   | 2. Знать: методы построения, анализа и применения математических моделей в экономике   | <b>ПК-18</b> | вопросы к зачету; экзаменационные вопросы; тест; контрольная работа |
| 2-й этап<br>Умения                                | 1. Уметь: подготовить исходную информацию для построения экономико-математической модели, формализовать рассматриваемую проблему через конкретные математические зависимости | <b>ОК-7</b>  | практическое задание; контрольная работа                            |
|   | 2. Уметь: пользоваться пакетами прикладных программ при расчетах, анализировать численные результаты, оценивать их адекватность реальным данным                              | <b>ПК-18</b> | практическое задание; контрольная работа                            |
| 3-й этап<br>Владения (навыки / опыт деятельности) | 1. Владеть: методологией построения, анализа и применения математических методов и моделей в экономике   | <b>ОК-7</b>  | практическое задание; лабораторная работа                           |
|   | 2. Владеть: навыками работы в прикладных программных средствах для решения поставленных задач  | <b>ПК-18</b> | практическое задание; лабораторная работа                           |

**Рейтинг-план дисциплины**  
**Экономико-математические методы**  
направление/специальность Бизнес-информатика  
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>15</b>    |
| 1. Выполнение практических заданий      | 1                          | 15                       |             | 15           |
| <b>Рубежный контроль</b>                |                            |                          |             | <b>20</b>    |
| 1. Контрольная работа                   | 10                         | 2                        |             | 20           |
| <b>Модуль 2</b>                         |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>                 |                            |                          |             | <b>15</b>    |
| 1. Выполнение практических заданий      | 1                          | 15                       |             | 15           |
| <b>Рубежный контроль</b>                |                            |                          |             | <b>20</b>    |
| 1. Контрольная работа                   | 10                         | 2                        |             | 20           |
| <b>Модули 3</b>                         |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>                 |                            |                          |             | <b>20</b>    |
| 1. Выполнение практических заданий      | 1                          | 20                       |             | 20           |
| <b>Рубежный контроль</b>                |                            |                          |             | <b>10</b>    |
| 1. Контрольная работа                   | 10                         | 1                        |             | 10           |
| <b>Поощрительные баллы</b>              |                            |                          |             |              |
| 1. Выполнение докладов на заданную тему | 5                          | 1                        |             | 5            |
| 2. Публикация статей                    | 5                          | 1                        |             | 5            |
| <b>Посещаемость</b>                     |                            |                          |             |              |
| Посещаемость лекций                     |                            |                          |             | -6           |
| Посещаемость практических занятий       |                            |                          |             | -10          |
|   |                            |                          |             |              |
|   |                            |                          |             |              |
| <b>ИТОГО:</b>                           |                            |                          |             | <b>110</b>   |

**Рейтинг-план дисциплины**  
**Экономико-математические методы**  
направление/специальность Бизнес-информатика  
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. Лабораторные работы                  | 10                         | 2                        |             | 20           |
| <b>Рубежный контроль</b>                |                            |                          |             | <b>20</b>    |
| 1. Тестовый контроль                    | 2                          | 10                       |             | 20           |
| <b>Модуль 2</b>                         |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>                 |                            |                          |             | <b>10</b>    |
| 1. Лабораторные работы                  | 10                         | 1                        |             | 10           |
| <b>Рубежный контроль</b>                |                            |                          |             | <b>10</b>    |
| 1. Тестовый контроль                    | 1                          | 10                       |             | 10           |
| <b>Модуль 3</b>                         |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>                 |                            |                          |             | <b>20</b>    |
| 1. Лабораторные работы                  | 10                         | 2                        |             | 20           |
| <b>Рубежный контроль</b>                |                            |                          |             | <b>20</b>    |
| 1. Тестовый контроль                    | 2                          | 10                       |             | 20           |
| <b>Поощрительные баллы</b>              |                            |                          |             |              |
| 1. Выполнение докладов на заданную тему | 5                          | 1                        |             | 5            |
| 2. Публикация статей                    | 5                          | 1                        |             | 5            |
| <b>Посещаемость</b>                     |                            |                          |             |              |
| Посещаемость лекций                     |                            |                          |             | -6           |
| Посещаемость практических занятий       |                            |                          |             | -10          |
|   |                            |                          |             |              |
| <b>ИТОГО:</b>                           |                            |                          |             | <b>110</b>   |

**Рейтинг-план дисциплины**  
**Экономико-математические методы**  
направление/специальность Бизнес-информатика  
курс 2, 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>15</b>    |
| 1. Аудиторная работа                     | 1                          | 10                       | 0           | 10           |
| 2. Выполнение домашних заданий           | 0,5                        | 10                       | 0           | 5            |
| <b>Рубежный контроль</b>                 |                            |                          |             |              |
| 1. Письменная контрольная работа         | 5                          | 2                        | 0           | <b>10</b>    |
| <b>Модуль 2</b>                          |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>                  |                            |                          |             | <b>15</b>    |
| 1. Аудиторная работа                     | 1                          | 10                       | 0           | 10           |
| 2. Выполнение домашних заданий           | 0,5                        | 10                       | 0           | 5            |
| <b>Рубежный контроль</b>                 |                            |                          |             |              |
| 1. Письменная контрольная работа         | 5                          | 2                        | 0           | <b>10</b>    |
| <b>Модуль 3</b>                          |                            |                          |             |              |
| <b>Текущий контроль</b>                  |                            |                          |             | <b>10</b>    |
| 1. Аудиторная работа                     | 1                          | 5                        | 0           | 5            |
| 2. Выполнение домашних заданий           | 0,5                        | 10                       | 0           | 5            |
| <b>Рубежный контроль</b>                 |                            |                          |             |              |
| 1. Письменная контрольная работа         | 5                          | 2                        | 0           | <b>10</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>Итоговый контроль: Экзамен</b>        |                            |                          |             | <b>30</b>    |
| <b>ИТОГО:</b>                            |                            |                          |             | <b>110</b>   |

Тематика контрольных работ:

1. Основные понятия и теоремы теории вероятностей,
2. Случайные величины. Законы распределения случайных величин.
3. Задачи линейного программирования и методы их решения.
4. Транспортная задача. Метод потенциалов.
5. Задачи целочисленного линейного программирования.

### **Перечень вопросов для зачета (1 семестр):**

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.

### **Критерии оценивания:**

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

1) Студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы, продемонстрировал знание терминологии. Студент без затруднений ответил на дополнительные вопросы.

2) При ответе на вопросы допущены небольшие неточности.

**Не зачтено** выставляется студенту, если ответ на вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить на дополнительные вопросы.

#### **Перечень вопросов для зачета (2 семестр):**

1. Генеральная совокупность, априорная выборка, апостериорная выборка, выборочное пространство.
2. Вариационный ряд, дискретный вариационный ряд, интервальный вариационный ряд.
3. Эмпирическая функция распределения, эмпирическая плотность распределения.
4. Точечное оценивание параметра  $\theta$ . Требования к точечным оценкам.
5. Теорема о единственности эффективной оценки.
6. Неравенство Рао-Крамера и эффективная оценка по Рао-Крамеру.
7. Исследование свойств оценки математического ожидания  $\bar{x}(\xi_{1,n})$ .
8. Исследование свойств выборочной дисперсии.
9. Методы нахождения точечных оценок.
10. Теорема Слуцкого.
11. Теорема Фишера.
12. Интервальное оценивание параметра  $\theta$ .
13. Построение доверительного интервала для математического ожидания.
14. Построение доверительного интервала для дисперсии.
15. Построение доверительного интервала для вероятности.
16. Критерий Колмогорова-Смирнова.
17. Критерий Мизеса ( $\omega^2$ ).
18. Критерий  $\chi^2$ -Пирсона.
19. Исследование нормальности распределения на основе асимметрии и эксцесса.
20. Алгоритм проверки параметрических статистических гипотез.
21. Проверка гипотезы о значении математического ожидания.
22. Проверка гипотезы о значении дисперсии.
23. Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий.
24. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий.
25. Проверка гипотезы о параметре  $p$  биномиального распределения.

#### **Критерии оценивания:**

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

1) Студент дал полные, развернутые ответы на все вопросы, продемонстрировал знание терминологии. Студент без затруднений ответил на дополнительные вопросы.

2) При ответе на вопросы допущены небольшие неточности.

**Не зачтено** выставляется студенту, если ответ на вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить на дополнительные вопросы.

#### **Экзаменационные билеты**

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса, 1 задачу.

#### **Перечень вопросов для экзамена:**



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  $B_k$ . 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

Образец экзаменационного билета:

Башкирский государственный университет  
Институт экономики, финансов и бизнеса  
Кафедра математических методов в  
экономике

Направление подготовки 38.03.05  
«Бизнес-информатика»  
Профиль «Аналитическая и  
инструментальная поддержка бизнеса»  
Дисциплина «Экономико-математические  
методы»

Экзаменационный билет № 1

1. Метод минимального элемента. Пример
2. Канонический вид задачи линейного программирования. Пример
3. Решите графически задачу линейного программирования

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

$$x_1 + x_2 \leq 4$$

$$x_2 \leq 2,8$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0,$$

$$x_1 \leq 1$$

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) для очной формы обучения:**

- **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.

#### **Критерии оценки для заочной формы обучения:**

- **«отлично»** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все 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;

- **«хорошо»** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретический вопрос, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретический вопрос студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил практические задания или при решении допущены грубые ошибки;

- **«неудовлетворительно»** баллов выставляется студенту, если ответ на теоретический вопрос 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 к модулю 1. Случайные события**

1. В партии из 20 изделий 4 изделия имеют скрытый дефект. Какова вероятность того, что из взятых наугад 5 изделий ровно 2 окажутся дефектными?

2. В магазине выставлены на продажу 20 изделий, из которых 6 изделий являются некачественными. Какова вероятность того, что взятые наугад 2 изделия будут некачественными?

#### **Пример варианта контрольной работы к модулю 2. Случайные величины**

1) Дискретная случайная величина  $X$  задана табличным законом распределения:

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| -5  | 2   | 3   | 4   |
| 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |

Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

2) Непрерывная случайная величина имеет нормальное распределение с математическим ожиданием 5 и стандартным отклонением 2. Рассчитайте вероятность того, что в результате испытания случайная величина примет значение в интервале (4;6).

#### **Пример варианта контрольной работы к модулю 3. Законы распределения случайных величин.**

Построить уравнение линейной средней квадратической регрессии случайной величины  $Y$  на случайную величину  $X$  на основе заданного закона распределения двумерной случайной величины:

|     |     |      |     |      |
|-----|-----|------|-----|------|
|     | $Y$ | 1    | 3   | 4    |
| $X$ |     |      |     |      |
|     | 2   | 0.16 | 0.1 | 0.28 |
|     | 3   | 0.14 | 0.2 | 0.12 |

Охарактеризовать направление и силу линейной корреляционной связи между случайными величинами  $X$  и  $Y$ .

### Пример варианта контрольной работы по теме «Решение задач линейного программирования»

Задача 1. Решить графически.

Задача 2. Решить симплекс-методом.

|   |   |
|---|---|
| <p>Вариант 1.</p> $f(x) = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \min;$<br>$2x_1 + 4x_2 \geq 12;$<br>$1x_1 + 2x_2 \leq 15;$<br>$1x_1 - 3x_2 \leq -2;$<br>$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$ | <p>Вариант 2.</p> $f(x) = 1x_1 + 7x_2 \rightarrow \min;$<br>$1x_1 + 4x_2 \geq 10;$<br>$2x_1 - 5x_2 \leq 15;$<br>$3x_1 - 3x_2 \leq -5;$<br>$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0.$ |
|---|---|

### Пример варианта контрольной работы по теме «Метод потенциалов для решения транспортных задач линейного программирования»

Задача 1. Найти начальный план найти методом минимального элемента и методом северо-западного угла.

Задача 2. Решить транспортную задачу 1 методом потенциалов, проанализировать решение.

Вариант 1.

| Пункты      | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | Запасы |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $A_1$       | 1     | 3     | 1     | 1     | 2     | 20     |
| $A_2$       | 2     | 1     | 1     | 3     | 1     | 40     |
| $A_3$       | 1     | 1     | 2     | 3     | 1     | 30     |
| $A_4$       | 2     | 2     | 2     | 1     | 1     | 30     |
| $A_5$       | 2     | 2     | 1     | 1     | 2     | 30     |
| Потребности | 20    | 30    | 30    | 40    | 20    |        |

Вариант 2.

| Пункты | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | 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 |    |

**Пример варианта контрольной работы по теме «Целочисленное линейное программирование»**

Задача 1. Найти оптимальное решение задачи методом ветвей и границ.

Задача 2. Найти решение методом Гомори.

1) Найти оптимальное решение задачи

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

$$x_1 + x_2 \leq 4$$

$$x_2 \leq 2,8$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \text{целые}$$

2) Найти решение методом Гомори

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

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

$$5 \cdot x_1 \leq 12$$

$$2 \cdot x_2 \leq 3$$

$$x_{1,2} \geq 0, \text{целые}$$

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

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   | 2       | 30  | 10  | 5   | 3   |

таблица 2 Варианты задания 2

| Вариант | $n$ | $k$ | $m$ | Вариант | $n$ | $k$ | $m$ |
|---------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|
| 1       | 20  | 6   | 2   | 2       | 30  | 8   | 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   | 2       | 20    | 0,9   | 15    | 0,9   | 15    | 0,8   |

таблица 4 Варианты задания 4

| Вариант | Числовые данные |     |     |     |     | Вариант | Числовые данные |     |     |     |     |
|---------|-----------------|-----|-----|-----|-----|---------|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| 1       | $x_i$           | -5  | 2   | 3   | 4   | 2       | $x_i$           | -6  | -2  | 2   | 3   |
|         | $p_i$           | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |         | $p_i$           | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,3 |

таблица 5 Варианты задания 5

| Вариант | $N$ | $p$ | Вариант | $N$ | $p$  |
|---------|-----|-----|---------|-----|------|
| 1       | 3   | 0,2 | 2       | 3   | 0,15 |

### Задания по контрольной работе для заочного отделения (курс 2)

1. Рассчитать и построить гистограмму относительных частот по сгруппированным данным (табл. 1), где  $m_i$  - частота попадания вариант в промежуток  $(x_i, x_{i+1}]$ .
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     | 2       | 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 |

таблица 2 Варианты задания 2

| Вариант | Распределение |    |    |   | Вариант | Распределение |       |    |    |    |    |
|---------|---------------|----|----|---|---------|---------------|-------|----|----|----|----|
| 1       | $x_i$         | -6 | -2 | 3 | 6       | 2             | $x_i$ | -4 | -1 | 2  | 8  |
|         | $n_i$         | 12 | 14 | 6 | 8       |               | $n_i$ | 16 | 8  | 14 | 12 |

таблица 3 Варианты задания 3

| Вариант | $a_0$ | $\bar{x}$ | $s_1$ | Вариант | $a_0$ | $\bar{x}$ | $s_1$ |
|---------|-------|-----------|-------|---------|-------|-----------|-------|
| 1       | 10    | 12        | 1     | 2       | 50    | 52        | 3     |

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     | 2       | 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     |

Таблица 5 Варианты задания 5

| Вар | Корреляционная таблица |    |    |    |    |    |     | Вар | Корреляционная таблица |   |    |    |    |    |    |
|-----|------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|------------------------|---|----|----|----|----|----|
| 1   | Y\X                    | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35  | 2   | 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  |
|     | 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  |    |    |

### Задания по контрольной работе для заочного отделения (курс 2)

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    |        |

### Описание методики оценивания выполнения контрольных работ

#### Критерии оценки (в баллах) для очной формы обучения

| Критерии оценивания | Количество баллов |
|---------------------|-------------------|
|---------------------|-------------------|



|   |      |
|---|------|
| Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задачи решены рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения.  | 9-10 |
| Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения.  | 7-8  |
| Решение в целом верное. В логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но 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. | 5-6  |
| В логическом рассуждении и решении нет ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах. При объяснении сложного экономического явления указаны не все существенные факторы  | 3-4  |
| Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа.  | 2-3  |
| 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    |

### Критерии оценивания для заочной формы обучения

| Критерии оценивания   | Оценка     |
|---|------------|
| Задание выполнено: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объеме. Студент дал полное, развернутое решение. Студент без затруднений объяснил решение и ответил на вопросы по задаче или были допущены незначительные неточности. | зачтено    |
| Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута. Ответ студента свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании методов решения. Студент не смог найти либо объяснить решение и ответить на вопросы по задаче.   | не зачтено |

### Пример варианта лабораторной работы по разделу «Математическая статистика»

(модули 5-7, 2 семестр)

Исходные данные для лабораторных работ предоставляются преподавателем по вариантам. Всего 30 вариантов заданий, студент выполняет номер варианта, соответствующий его номеру в списке группы, предоставленном преподавателю в начале семестра. Например, файл «var1.RData» содержит данные для варианта 1, файл «var15.RData» - для варианта 15 и т.д. Все лабораторные работы выполняются студентом с использованием набора данных, соответствующего его варианту.

Набор данных содержит 2000 наблюдений РЛМС по следующим восьми переменным:

| Наименование переменной | Описание переменной   |
|-------------------------|---|
| wage                    | Размер среднемесячной заработной платы после вычета налогов; тип – числовой (numeric)   |
| age                     | Возраст респондента; тип – числовой (numeric)   |
| sex                     | Пол респондента; тип – факторный (factor), уровни фактора: «ЖЕНСКИЙ» и «МУЖСКОЙ»  |
| educ                    | Учился ли респондент в институте, университете, академии; тип – факторный (factor), уровни фактора: «Учились», «Учитесь», «нет», «ЗАТРУДНЯЮСЬ ОТВЕТИТЬ», «ОТКАЗ ОТ ОТВЕТА», «НЕТ ОТВЕТА»  |
| city                    | Вид населенного пункта респондента; тип – факторный (factor), уровни фактора: «областной центр», «город», «пгт», «село»   |
| hours                   | Средняя продолжительность рабочей недели (в час.); тип – числовой (numeric)   |
| married                 | Состоит ли респондент в браке; тип – факторный (factor), уровни фактора: «Никогда в браке не состояли», «Состоите в первом зарегистрированном браке», «Состоите в повторном зарегистрированном браке», «Разведены», «Вдовец/вдова», «ОФИЦИАЛЬНО ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫ, НО ВМЕСТЕ НЕ ЖИВУТ», «ЗАТРУДНЯЮСЬ ОТВЕТИТЬ», «ОТКАЗ ОТ ОТВЕТА», «НЕТ ОТВЕТА» |
| udovl                   | Насколько респондент удовлетворен/не удовлетворен результатом труда; тип – факторный (factor), уровни фактора: «ПОЛНОСТЬЮ УДОВЛЕТВОРЕННЫ», «СКОРЕЕ УДОВЛЕТВОРЕННЫ», «И ДА, И НЕТ», «СКОРЕЕ НЕ УДОВЛЕТВОРЕННЫ», «СОВСЕМ НЕ УДОВЛЕТВОРЕННЫ», «ЗАТРУДНЯЮСЬ ОТВЕТИТЬ», «ОТКАЗ ОТ ОТВЕТА», «НЕТ ОТВЕТА»  |

### Лабораторная работа по теме «Анализ выборки».

Для представленного набора данных выполните следующие задания.

1. Загрузите набор данных в R Studio.
2. Рассчитайте описательные статистики по переменной wage: выборочное среднее, выборочные дисперсию и СКО, медиану, квартили выборочного распределения, а также эксцесс и скошенность.
3. Постройте гистограмму относительных частот, обозначив соответственно оси гистограммы и ее название на графике.
4. Осуществите проверку выборочного распределения на соответствие нормальному распределению:
  - визуально по гистограмме относительных частот и на основе Q-Q графика
  - на основе значений эксцесса и скошенности;
  - с помощью формальных тестов Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилки); при

проведении формальных тестов обязательно указывать формулировку для нулевой гипотезы, уровень значимости, принимаемый для принятия решения.

5. Постройте 95%-ный доверительный интервал для математического ожидания случайной величины «Среднемесячная заработная плата, руб.» при неизвестной дисперсии.

Указание. Для выполнения рекомендуется использовать программную среду RStudio.

### **Лабораторная работа по теме «Проверка статистических гипотез»**

Для вашего набора данных выполните следующие задания. Во всех заданиях необходимо выполнить все пять этапов проверки гипотез, с необходимыми комментариями.

1. Госкомстат утверждает, что среднемесячная заработная плата составляет 21 тыс. руб. На уровне значимости 0,05 проверьте правомерность утверждения Госкомстата. Обоснуйте выбор варианта для альтернативной гипотезы (одно- или двухсторонней).

2. Правительство утверждает, что разброс заработных плат в городе и в областном центре не отличаются значимо. Сформируйте соответствующие выборки среднемесячной заработной платы для города и областного центра и проверьте гипотезу о равенстве дисперсий (на уровне значимости 0,05).

3. Независимо от результата проверки предыдущей гипотезы сформулируйте и проверьте гипотезу о равенстве среднемесячных заработных плат для города и областного центра. Используйте уровень значимости 0,05.

Указание. Для выполнения рекомендуется использовать программную среду RStudio.

### **Лабораторная работа по теме «Точечное оценивание параметров распределения. Критерий согласия Пирсона»**

Для вашего набора данных выполните следующие задания.

1. Получите точечные оценки для математического ожидания и стандартного отклонения в предположении, что случайная величина «Среднемесячная заработная плата» подчиняется логнормальному закону распределения (подсказка: предварительно необходимо удалить из выборки наблюдения, для которых среднемесячная заработная плата равна нулю). Используйте три метода: метод максимального правдоподобия (`method="mle"`), метод моментов `method="mme"` и метод квантилей (`method = "qme"`). Постройте гистограмму относительных частот, задав границы интервалов для группировки заработных плат с шагом 5000 руб.

2. Наложите на построенную гистограмму график функции плотности логнормального распределения с параметрами, равными полученным точечным оценкам.

3. Проверьте соответствие выборочного распределения логнормальному с помощью теста Колмогорова-Смирнова. Вывод обоснуйте.

4. Проверьте соответствие выборочного распределения логнормальному на основе хи-квадрат критерия согласия Пирсона. Для расчет фактических частот попадания в интервалы используйте результат построения гистограммы (атрибут «counts» объекта гистограмма). Объедините интервалы, которым соответствуют небольшие частоты. Для расчета ожидаемых частот воспользуйтесь функцией `plnorm()` с параметрами, соответствующими ранее найденным точечным оценкам. Рассчитайте значение критерия согласия Пирсона, а также критическую точку хи-квадрат распределения. Проверьте гипотезу о соответствии. Вывод обоснуйте.

5. Постройте таблицу сопряженности по переменным «sex» и «city» и проверьте гипотезу о том, что выборки являются статистически однородными.

**Повышенный уровень (+5 баллов):** определите 95% доверительный интервал для дисперсии случайной величины «Среднемесячная заработная плата» с помощью метода бутстрапа.

Указание. Для выполнения рекомендуется использовать программную среду RStudio.

### **Лабораторная работа по теме «Однофакторный дисперсионный анализ»**

Для вашего набора данных выполните следующие задания.

1. Сформируйте таблицу данных, состоящую только из двух переменных (wage и educ), причем для переменной educ оставьте только уровни фактора «нет» (на первом месте), «Учитесь» и «Учились».
2. Постройте диаграммы «boxplot» и оцените возможное наличие различий в средних визуально.
3. Проведите однофакторный дисперсионный анализ для выявления различий в уровне среднемесячной заработной платы в зависимости от статуса полученного образования. Интерпретируйте результат и постройте доверительные интервалы на основе оцененной линейной модели.
4. Проведите парное сравнение групповых средних с учетом и без учета поправки Бонферрони, методом Фишера и Тьюки. Сравните результаты, сделайте выводы.

**Повышенный уровень (+5 баллов):** провести двухфакторный дисперсионный анализ, добавив к фактору «educ» еще один фактор «sex».

Указание. Для выполнения рекомендуется использовать программную среду RStudio.

### **Лабораторная работа по теме «Меры связи. Регрессионный анализ»**

Для вашего набора данных выполните следующие задания.

1. Оцените линейные коэффициенты корреляции Пирсона между признаками «wage» и «age», «wage» и «hours». Предварительно преобразуйте тип данных для переменных к типу «double». Проверьте гипотезы о равенстве соответствующих выборочных коэффициентов корреляции нулю. Обоснуйте выводы о направлении и силе связей. Какая из двух связей («wage» и «age») или («wage» и «hours») более значима и почему. Зная выражение для тестовой статистики и вид теоретического закона распределения, которому она подчиняется в случае справедливости  $H_0$ , проверьте соответствующие гипотезы «вручную», не пользуясь функцией `cor.test()` на уровне значимости 5% для двусторонней альтернативной гипотезы.

2. Рассчитайте для двух указанных выше связей коэффициенты корреляции Спирмена и проверьте гипотезы об их значимости.

3. Рассчитайте для двух указанных выше связей коэффициенты корреляции (tau) Кендалла и проверьте гипотезы об их значимости. Зная выражение для тестовой статистики и вид теоретического закона распределения, которому она подчиняется в случае справедливости  $H_0$ , проверьте соответствующие гипотезы «вручную», не пользуясь функцией `cor.test()` на уровне значимости 5% для двусторонней альтернативной гипотезы.

4. Сформируйте выборку из 200 наблюдений среди 2000 имеющихся. Постройте график зависимости заработной платы от продолжительности рабочей недели по полученной выборке, задав корректные наименования осей и всего графика.

5. Оцените линейную модель зависимости заработной платы от продолжительности рабочей недели, запишите ее в виде уравнения. Значимыми ли являются оцененные коэффициенты линейной модели?

Указание. Для выполнения рекомендуется использовать программную среду RStudio.

**Критерии оценивания (в баллах) выполнения лабораторных работ для очной формы обучения:**

| Критерии оценивания  | Количество баллов |
|--|-------------------|
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.   | 9-10              |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы                                 | 6-8               |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчёты; даны ответы на контрольные вопросы | 4-5               |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны  | 1-3               |

**Критерии оценивания выполнения лабораторных работ для заочной формы обучения:**

| Критерии оценивания  | Количество баллов |
|--|-------------------|
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.                                       | отлично           |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы             | хорошо            |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчёты; даны ответы на | удовлетворительно |

|   |                     |
|---|---------------------|
| контрольные вопросы   |                     |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны | неудовлетворительно |

## Тестовые задания

### Пример варианта тестовых заданий по разделу «Теория вероятностей»

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

- а)  $\Omega = \{z, uz, uuz, \dots, uu \dots uz\}$ , конечно;  
 б)  $\Omega = \{z, uz, \dots, uu \dots uz, \dots\}$ , более, чем счётное;  
 в)  $\Omega = \{z, uz, \dots, u \dots uz, \dots\}$ , счётное;  
 г)  $\Omega = \{z, uz, \dots, uuuz\}$ , 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  $R^k$ ;  
 $P(A) = \int_{\omega \in A} P(\omega) d\omega$ , где  $P(\omega)$  – 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
- $\{3,6,9\}$ ;
  - $\{3,4,5,6,7,8,9\}$ ;
  - $\{1,2,3,4,5\}$ ;
  - $\{6,7,8,9,10\}$ .

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
- 10;
  - 16;
  - 40;
  - 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
- 0,3;
  - 0,25;
  - 0,35;
  - 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
- 0,4;
  - 0,6;
  - 0,5;
  - 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
- 0,8;
  - 0,25;
  - 1;
  - 0,5.

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

- $P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1)P(A_2) \dots P(A_n)$ ;
- 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  $P(A_{i_1} A_{i_2} \dots A_{i_k}) = P(A_{i_1})P(A_{i_2}) \dots P(A_{i_k})$ ;
- $P(A_1 A_2 \dots A_n) = P(A_1)P(A_2 / A_1) \dots P(A_n / A_1 A_2 \dots A_{n-1})$ ;
- 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

- гипотезы  $H_1, H_2 \dots H_n$  попарно несовместны и образуют полную группу событий;
- гипотезы  $H_1, H_2 \dots H_n$  - несовместны в совокупности;
- гипотезы  $H_1, H_2 \dots H_n$  - попарно независимы;
- 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

- 0,5;
- 0,375;
- 0,25
- 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)  $P(\omega: (XY) \in A) = \sum_{(x,y) \in A} \sum P_{XY}(x, y)$ .

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.

### Критерии оценивания для очной формы обучения

| Процент правильных ответов | Количество баллов |
|----------------------------|-------------------|
| 90-100 %                   | 9-10              |
| 80-89%                     | 8                 |
| 71-80%                     | 7                 |
| 61-70%                     | 6                 |
| менее 50%                  | 5                 |

### Критерии оценивания для заочной формы обучения

| Процент правильных ответов | Количество баллов   |
|----------------------------|---------------------|
| 80-100 %                   | отлично             |
| 60-79%                     | хорошо              |
| 50-59%                     | удовлетворительно   |
| менее 50%                  | неудовлетворительно |

### Пример варианта тестовых заданий по разделу «Математическая статистика»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$i = \overline{1, n_j}$  - 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.

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

$\alpha_j$  - 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

### Критерии оценивания для очной формы обучения

| Процент правильных ответов | Количество баллов |
|----------------------------|-------------------|
| 90-100 %                   | 9-10              |
| 80-89%                     | 8                 |
| 71-80%                     | 7                 |
| 61-70%                     | 6                 |
| менее 50%                  | 5                 |

| Процент правильных ответов | Количество баллов   |
|----------------------------|---------------------|
| 80-100 %                   | отлично             |
| 60-79%                     | хорошо              |
| 50-59%                     | удовлетворительно   |
| менее 50%                  | неудовлетворительно |

### Примеры практических заданий (семестр 3)

Привести задачи к канонической форме:

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

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

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

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

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

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

Решить задачи графически:

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

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

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

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

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

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

Решить задачи симплекс-методом:

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

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

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

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

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

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

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

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

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

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

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

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

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

Решить транспортные задачи:

Опорное решение через метод северо-западного угла:

|                           |    |    |   |
|---------------------------|----|----|---|
| потребители<br>поставщики | 15 | 20 | 5 |
| 10                        | 2  | 6  | 3 |
| 15                        | 3  | 4  | 8 |
| 15                        | 5  | 6  | 7 |

Опорное решение через метод минимальных тарифов:

|                           |    |    |    |
|---------------------------|----|----|----|
| потребители<br>поставщики | 10 | 30 | 60 |
| 30                        | 4  | 3  | 2  |
| 20                        | 2  | 4  | 8  |
| 50                        | 6  | 7  | 3  |

### Критерии оценивания (в баллах) для очной формы обучения

| Критерии оценивания   | Количество баллов |
|---|-------------------|
| Студентом задание выполнено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логических рассуждениях и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание выполнено рациональным способом.   | 5                 |
| Студентом задание выполнено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм выполнения задания, в логическом рассуждении и выполнении нет существенных ошибок; есть объяснение решения, допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ | 4                 |
| Студентом задание выполнено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, задание выполнено не полностью или в общем виде   | 3                 |
| Студентом задание не выполнено.   | 2                 |

### Критерии оценивания для заочной формы обучения

| Критерии оценивания   | Оценка     |
|---|------------|
| Задание выполнено: цель выполнения задания успешно достигнута; основные понятия определены; работа выполнена в полном объёме. | зачтено    |
| Задание не выполнено, цель выполнения задания не достигнута.  | не зачтено |

### Примеры лабораторных заданий (семестр 3)

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 <sub>2</sub> | 2              | 3              | 6              | 45     |
| Потребности    | 15             | 25             | 30             |        |



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

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

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

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

16) Решить транспортную задачу, заданную матрицей перевозок

| Пункты      | $B_1$ | $B_2$ | Запасы |
|-------------|-------|-------|--------|
| $A_1$       | 1     | 2     | 50     |
| $A_2$       | 3     | 3     | 30     |
| $A_3$       | 2     | 4     | 30     |
| Потребности | 40    | 60    |        |

17) Решить транспортную задачу, заданную матрицей перевозок

| Пункты      | $B_1$ | $B_2$ | Запасы |
|-------------|-------|-------|--------|
| $A_1$       | 1     | 2     | 60     |
| $A_2$       | 2     | 4     | 10     |
| $A_3$       | 3     | 3     | 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 В<sub>2</sub>, найдите начальный план методом северо-западного угла

| Пункты         | В <sub>1</sub> | В <sub>2</sub> | Запасы |
|----------------|----------------|----------------|--------|
| А <sub>1</sub> | 2              | 1              | 25     |
| А <sub>2</sub> | 4              | 3              | 15     |
| Потребности    | 30             | 20             |        |

22) Решить графически:

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

$$x_1 + x_2 \leq 10$$

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

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

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

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:

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

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

$$x_2 \geq 4$$

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

$$x_2 \geq 0$$

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

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

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

$$x_{1,2} \geq 0, \text{ целые}$$

**Критерии оценивания (в баллах) выполнения лабораторных работ для очной формы обучения:**

| Критерии оценивания  | Количество баллов |
|--|-------------------|
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.   | 5                 |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы                                 | 3-4               |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчеты; даны ответы на контрольные вопросы | 2                 |

|   |         |
|---|---------|
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны | менее 2 |
|---|---------|

**Критерии оценивания выполнения лабораторных работ для заочной формы обучения:**

| Критерии оценивания  | Оценка              |
|--|---------------------|
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий; правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.   | отлично             |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; расчёты выполнены с консультацией преподавателя; полно даны ответы на контрольные вопросы; отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы                                 | хорошо              |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы; задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий; с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчеты; даны ответы на контрольные вопросы | удовлетворительно   |
| Лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы; задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач; не выполнены расчёты; не даны ответы на устные контрольные вопросы; отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны  | неудовлетворительно |

## **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. База данных периодических изданий на платформе EastView: «Вестники Московского университета», «Издания по общественным и гуманитарным наукам» - <https://dlib.eastview.com/>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://window.edu.ru>
3. Научная электронная библиотека eLibrary.ru - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Справочно-правовая система Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru/>
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – <https://biblioclub.ru/>
6. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» – <https://elib.bashedu.ru/>
7. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
8. Электронный каталог Библиотеки БашГУ – <http://www.bashlib.ru/catalogi>.
9. Архивы научных журналов на платформе НЭИКОН (Cambridge University Press, SAGE Publications, Oxford University Press) - <https://archive.neicon.ru/xmlui/>
10. Издательство «Annual Reviews» - <https://www.annualreviews.org/>
11. Издательство «Taylor&Francis» - <https://www.tandfonline.com/>
12. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
13. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
14. R GNU General Public License Version 2, June 1999.
15. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007.

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

| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий   | Вид занятий                      | Наименование оборудования, программного обеспечения   |
|---|----------------------------------|---|
| <p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус).</p>   | Лекции                           | <p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol> |
| <p><i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла</p> | Практические/семинарские занятия | <p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p> |  |   |
| <p><b>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4),</p>   | <p>Групповые и индивидуальные консультации</p> | <p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.</li> <li>3. R GNU General Public License Version 2, June 1999</li> <li>4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</li> </ol> |



|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p> |  |  |
| <p><b>учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> лаборатория социально-экономического моделирования № 107 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), лаборатория анализа данных № 108 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 110 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 111 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 114 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 122</p>   | <p>Текущий контроль и промежуточная аттестация</p> | <p>Учебная мебель, доска, проекционный экран, проектор, персональные компьютеры.<br/> 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии – бессрочные.<br/> 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии – бессрочные.<br/> 3. R GNU General Public License Version 2, June 1999<br/> 4. RStudio GNU General Public License Version 3, 19 November 2007</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>(помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 204 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 207 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 208 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 209 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 210 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 212 (гуманитарный корпус), аудитория № 213 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 218 (гуманитарный корпус), аудитория № 220 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 221 (гуманитарный корпус), аудитория № 222 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4), аудитория № 301 (гуманитарный корпус), аудитория № 305 (гуманитарный корпус), аудитория № 307 (гуманитарный корпус), аудитория № 308 (гуманитарный корпус), аудитория № 309 (гуманитарный корпус), аудитория № 110 (гуманитарный корпус), лаборатория исследования процессов в экономике и управлении № 311а (гуманитарный корпус), лаборатория информационных технологий в экономике и управлении № 311в (гуманитарный корпус).</p> |   |   |
| <p><b>помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 302 читальный зал (гуманитарный корпус).</p>  | <p>Самостоятельная работа</p>   | <p>Учебная мебель, персональные компьютеры в комплекте HP, моноблок, персональный компьютер в комплекте моноблок iRU.</p> |
| <p><b>помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> аудитория № 115 (помещение, ул. Карла Маркса, д.3, корп.4), 118 (помещение, ул.Карла Маркса, д.3, корп.4)</p>  | <p>Хранение и профилактическое обслуживание учебного оборудования</p> | <p>Учебная мебель, колонки (2 шт.), динамики, dvd плеер toshiba, магнитола sony (4 шт.).</p>                              |