

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков
Должность: директор
Дата подписания: 16.06.2026 21:27:41
Уникальный программный ключ:
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

Приложение 4
к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 «Методы математического моделирования и прогнозирования для
принятия управленческих решений в цифровой среде»

(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

38.04.04 Государственное и муниципальное управление

(код, наименование направления подготовки/специальности)

Цифровая трансформация в публичном управлении

(наименование образовательной программы)

Заочная

(форма обучения)

Год набора – 2026

Санкт-Петербург

Авторы–составители:

д. воен. н., зав. кафедрой бизнес-информатики Наумов Владимир Николаевич

Заведующий кафедрой бизнес-информатики,

Доктор военных наук,

Профессор Наумов Владимир Николаевич

(наименование кафедры) (ученая степень и(или) ученое звание) (Ф.И.О.)

РПД Б1.В.05 «Методы математического моделирования и прогнозирования для принятия управленческих решений в цифровой среде» одобрена на заседании кафедры бизнес-информатики. Протокол от 27 марта 2026 года № 6.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

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

1.1. Дисциплина РПД Б1.В.05 «Методы математического моделирования и прогнозирования для принятия управленческих решений в цифровой среде» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

| ОТФ/ТФ и реквизиты ПС (при наличии) | Код компетенции | Наименование Компетенции | Код индикатора достижения компетенций | Наименование индикатора достижения компетенций | Образовательный результат |
|---|-----------------|--|---------------------------------------|---|---|
| 08.041 Специалист в сфере управления проектами государственно-частного партнерства, утв. приказом Минтруда России от 20.07.2020 № 431н А/01.6 Сбор и анализ первичной информации и в рамках реализации проекта государственно-частного партнерства | ПКс-2 | Способен осуществлять верификацию и структуризацию информации, получаемой из разных источников, формировать базы данных, осуществлять оценку их полноты и качества, применять эти данные для экспертной оценки реальных управленческих ситуаций и консультирования государственных, некоммерческих и хозяйственных организаций | ПКс-2.1 | Осуществляет верификацию и структуризацию информации, формирует базы данных и оценивает их полноту и качество | ПКс-2.1. З-1. Знает основные источники и методы сбора и средства хранения, переработки маркетинговой информации ПКс-2.1. У-2. Умеет анализировать данные из множественных источников и оценивать качество и достоверность полученной информации по явным и неявным признакам |
| 08.041 Специалист в сфере управления | ПКс-3 | Способен обеспечивать динамичное изменение | ПКс-3.1 | Обеспечивает динамичное изменение организации | ПКс-3.1. З-2. Знает методы |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|
| <p>проектами государственно-частного партнерства, утв. приказом Минтруда России от 20.07.2020 № 431н</p> <p>D/03.8 Управление дорожной картой инновационной деятельности по цифровой трансформации</p> | | <p>организации (страны, региона, отрасли) путем внедрения цифровых технологий, в том числе через составление прогнозов и динамичных дорожных карт инновационной деятельности по цифровой трансформации (с учетом имеющихся политических, социальных, экономических, экологических проблем) с использованием проектных методов</p> | | <p>(страны, региона, отрасли) путем внедрения цифровых технологий</p> | <p>работы с дорожной картой инновационной деятельности</p> <p>ПКс-3.1. У-2. Умеет формировать команду и организовывать персонал и стейкхолдеров для управления дорожной картой инновационной деятельности</p> |
|--|--|---|--|---|---|

2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Общая трудоемкость Б1.В.05 «Методы математического моделирования и прогнозирования для принятия управленческих решений в цифровой среде» составляет 6 зачётных единиц – 216 ак. часов.

Количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем 18 ак. часов: лекционные занятия – 8 ак. часа., практические занятия – 8 ак. часа, консультация к экзамену составляет – 2 ак. часа. Самостоятельная работа составляет 185 ак. часов.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.05 «Методы математического моделирования и прогнозирования для принятия управленческих решений в цифровой среде»

относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки магистратуры 38.04.04 «Государственное и муниципальное управление», направленность (профиль) магистерской программы «Цифровая трансформация в публичном управлении» и изучается студентами на 2 курсе.

Дисциплина Б1.В.05 «Методы математического моделирования и прогнозирования для принятия управленческих решений в цифровой среде» является теоретическим и методологическим курсом, в процессе изучения которого магистранты знакомятся с основными инструментами анализа данных для изучения экономических систем и явлений.

Преподавание дисциплины основано на математических и информационных дисциплинах, преподаваемых на программах бакалавриата, а также на дисциплинах – Б1.В.04 «Управление большими данными», Б1.В.ДВ.01.01 «Технологии искусственного интеллекта». В свою очередь она создаёт необходимые предпосылки для освоения программ таких дисциплин, как Б1.В.08 «Цифровые трансформации государственного и муниципального управления», Б1.В.ДВ.05.01 «Цифровой муниципалитет». Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются магистрантами при выполнении выпускных квалификационных работ.

Дисциплина осваивается с применением электронного (онлайн) курса (далее – ЭК).

Доступ к системе дистанционных образовательных технологий осуществляется каждым обучающимся самостоятельно с любого устройства на портале: <https://lms.ranepa.ru/>. Пароль и логин к личному кабинету / профилю предоставляется студенту в деканате.

Все формы текущего контроля, проводимые в системе дистанционного обучения, оцениваются в системе дистанционного обучения. Доступ к видео и материалам лекций предоставляется в течение всего семестра. Доступ к каждому виду работ и количество попыток на выполнение задания предоставляется на ограниченное время согласно регламенту дисциплины, опубликованному в СДО. Преподаватель оценивает выполненные обучающимся работы не позднее 10 рабочих дней после окончания срока выполнения.

Форма промежуточной аттестации – зачет и зачет с оценкой.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины Заочная форма обучения

| № п/п | Наименование тем и (или) разделов | ВСЕГО | Объем дисциплины, ак.час | | | | | | | | | | Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | | |
|--------|-----------------------------------|-------|---|----|---------------------------|----|--|-----|----|------------------------|------|----|--|---------|-----------------|
| | | | Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | | |
| | | | Период теоретического обучения | | | | Период промежуточной аттестации (сессия) | | | СРкр | СРэк | СР | | | |
| | | | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | ИК | КСР | КЭ | | | | | Кат тэк | К о н т р о л ь |
| | | | Л | ВЛ | ЛР | ПЗ | | | | | | | | | |
| Тема 1 | Основы анализа данных | 47 | 2 | | | 2 | | | | | | | | 43 | Т, ПКЗ |
| Тема 2 | Предобработка и очистка данных | 45 | 2 | | | 2 | | | | | | | | 41 | Т, ПКЗ |
| Тема 3 | Методы анализа и | 51 | 4 | | | 4 | | | | | | | | 43 | Т, ПКЗ |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----|---|--|--|---|--|--|---|----|--|--|-----|-----------------------------------|
| | прогнози рования пространс твенных данных. Методы регрессион ного анализа | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 4 | Методы классифик ации | 27 | | | | | | | | | | | 27 | Т, ПКЗ |
| Тема 5 | Модели временных рядов. Простые методы прогнози рования | 31 | | | | | | | | | | | 31 | Т, ПКЗ |
| Промежуточная аттестация | | | | | | | | | | | | | | Зачет, зачет с оценкой |
| Итого | | 216 | 8 | | | 8 | | | 2 | 13 | | | 185 | |

3.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы анализа данных ПКС-2.1, ПКс-3.1

Введение. Понятие анализа данных. Задачи систем поддержки принятия решений. OLTP и OLAP-системы. Принципы построения информационных хранилищ. Модели информационных хранилищ. Многомерная модель данных. Правила Кодда. Размерностные модели. MOLAP, ROLAP, HOLAP-системы. Витрины данных. ETL (Extracting Transforming and Loading) – средство извлечения, обработки и загрузки данных. Добыча данных. Добыча данных в управлении качеством. DataMining. Стандарты DataMining. Стандарт CWM, CRISP, PMML. Жизненный цикл процесса анализа данных. Классификация методов DataMining. Модели DataMining. Понятие данные и знания. Процесс обнаружения знаний. Классификация задач DataMining. Методы анализа данных. Разведочный анализ данных. Очистка и фильтрация данных. Статистические диаграммы. «Ящичные» диаграммы. Диаграммы «ствол-листья». Задачи классификации и регрессии. Использование статистических пакетов для интеллектуального анализа данных. Понятие бизнес-аналитики. Средства бизнес-аналитики. Средства легкой бизнес-аналитики. QlikView, QlikSense.

Тема 2. Предобработка и очистка данных ПКС-2.1, ПКс-3.1

Методология KDD. Задачи предобработки данных. Технология ETL. Просмотр данных. Очистка данных. Оценка качества данных. Заполнение пропущенных данных. Аномальные и предельные данные. Использование ящечной диаграммы. Выявление дубликатов и противоречий. Корреляционный анализ. Использование факторного анализа при предобработке данных. Трансформация данных. Квантование. Сэмплинг. Группировка данных.

Тема 3. Методы анализа и прогнозирования пространственных данных. Методы регрессионного анализа ПКС-2.1, ПКс-3.1

Постановка задач кластерного анализа. Определение кластера. Параметры кластера. Меры близости. Метрики кластерного анализа. Базовые алгоритмы кластеризации. Иерархическая кластеризация. Дендограммы. Метод K-средних. Профили кластеров. Статистическая и корреляционная зависимость между случайными величинами. Линейная регрессионная модель в случае двух переменных. Модель множественной линейной регрессии. Коэффициент детерминации. Фиктивные переменные. Наличие нескольких факторов в уравнении регрессии. Обобщение парной линейной регрессионной модели на случай множественной регрессии на основе метода наименьших квадратов. Взаимосвязь кластерного и регрессионного анализа.

Тема 4. Методы классификации ПКС-2.1, ПКс-3.1

Формулировка задачи классификации. Качество классификации. Accuracy, Precision, Recall, F1. Матрицы путаницы. AUC-кривая. Обучающая и тестовая выборки. Методы классификации. Деревья решений. Алгоритмы построения деревьев решений. Наивный байесовский метод. Использование нейронных сетей для решения задач классификации. Логистическая регрессия. Сравнение результатов классификации различными методами.

Примеры решения задач классификации. Использование JASP для решения задач классификации

Тема 5. Модели временных рядов. Простые методы прогнозирования ПКС-2.1, ПКс-3.1

Виды и назначение прогнозов. Классификация методов прогнозирования. Понятие временного ряда. Определение и типология временных рядов. Модели временных рядов. Составляющие модели временных рядов. Основные характеристики временных рядов. Стационарность временных рядов. Автокорреляционная функция. Коррелограммы временного ряда. Анализ стационарности с помощью коррелограмм. Критерий Льюинга-Бокса. Задачи сглаживания. Решения задач сглаживания в excel. Наивная модель прогнозирования. Прогнозирование на основе средних. Использование метода регрессионного анализа при решении задач прогнозирования. Использование показателей абсолютного прироста, темпов и коэффициентов роста, прироста для решения задач прогнозирования.

Промежуточная аттестация может проводиться с использованием ДОТ.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Б1.В.05 «Методы математического моделирования и прогнозирования для принятия управленческих решений в цифровой среде» входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа — это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа — это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

| ТИП ЗАДАНИЯ | ИНСТРУКЦИЯ | СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ | КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ |
|---|--|---|--|
| Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных | Прочитайте текст, выберите правильный ответ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В). | Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква |
| Задание закрытого типа на установление соответствия | Прочитайте текст и установите соответствие | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4). | Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы |
| Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных | Прочитайте текст, выберите правильные ответы | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа. 3. Выбрать несколько правильных ответов. 4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г). | Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого) |
| Задание закрытого типа на установление последовательности | Прочитайте текст и установите последовательность | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. | Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135). | |
| Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора | Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования). | Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа |
| Задание открытого типа с развернутым ответом | Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ | <p>Ответ считается верным:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие фактических ошибок. 2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа). 3. Обоснованность ответа (наличие аргументов). 4. Логическая последовательность излагаемого материала. |

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

| Итоговая балльная оценка | Традиционная система | Бинарная система | ECTS | |
|--------------------------|----------------------|------------------|--------------------------|----------------------|
| | | | Для традиционной системы | Для бинарной системы |
| 95-100 | Отлично | Зачтено | A | P/ Passed |
| 85-94 | | | B | P/ Passed |
| 75-84 | Хорошо | | C | P/ Passed |
| 65-74 | | | D | P/ Passed |
| 55-64 | Удовлетворительно | | E | P/ Passed |
| 0-54 | Неудовлетворительно | Не зачтено | F | F/Failed |

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

| Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости | Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию | Максимальная итоговая балльная оценка | Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию |
|--|---|---------------------------------------|---|
| 60 баллов | 40 баллов | 100 баллов | 100 баллов |

5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

Т – тестирование, ПКЗ – практические контрольные задания, КР – контрольная работа.

5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся:

Тема 1. Основы анализа данных

Тестовые задания:

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.
2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа.
3. Выбрать один верный ответ.

4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В)..

1. OLAP-кубы. Для чего используют OLAP-кубы?

1. Для снижения размерности задачи
2. Для исключения избыточности
3. Для хранения многомерных данных
4. Для хранения агрегированных данных
5. Для хранения нормализованных данных
6. Для работы с потоком транзакций
7. Для работы с SQL-запросами

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.

2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа.

3. Выбрать один верный ответ.

4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).

2. Магический квадрант Гартнера. Выберите квадранты, которые входят в магический квадрант Гартнера.

1. Лидеры
2. Претенденты
3. участники (активисты)
4. провидцы (визуализаторы)
5. нишевые игроки
6. конкуренты (активисты)
7. вендоры
8. кандидаты (инноваторы)

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.

2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа.

3. Выбрать один верный ответ.

4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).

3. Модели данных OLAP

Какие схемы используются при построении многомерной модели данных OLAP?

1. Иерархическая
2. индексных списков
3. звезда
4. нормализованная схема "сущность -отношение"
5. снежинка
6. цепочка
7. сетевая

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.

2. Внимательно прочитайте предложенные варианты-ты ответа.

3. Выбрать один верный ответ.

4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или B).

4. Операции над размерностями. Какие операции выполняются с размерностями OLAP-куба?

1. Сечение
2. Транспонирование
3. Срез
4. детализация и консолидация
5. фильтрация
6. запрос
7. запрос на обновление
8. удаление

ПКЗ по теме 1:

Использование пакета QlikView и Power BI для решения задач анализа данных о демографической ситуации в России. Для каждого варианта приведены таблицы с указанием вида исходных данных, которые будут анализироваться средствами бизнес-аналитики.

| Вариант | год | область | регион | городское население | заплата | миграция | Млад. Смертность | Рождаемость | Смертность | население | осн. Фонды | преступления | сельское хозяйство | Трудоспособное население | безработные |
|---------|-----|---------|--------|---------------------|---------|----------|------------------|-------------|------------|-----------|------------|--------------|--------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | + | + | + | + | - | + | - | + | + | + | - | + | - | + | + |
| 2 | + | + | + | - | + | + | - | + | - | + | + | - | - | + | + |
| 3 | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 4 | + | + | + | - | + | - | + | - | - | + | + | - | + | + | - |
| 5 | + | + | + | + | - | + | - | - | + | + | - | + | - | + | - |
| 6 | + | + | + | - | + | + | - | - | - | + | + | - | - | + | - |
| 7 | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 8 | + | + | + | - | + | - | + | + | - | + | + | - | + | + | + |
| 9 | + | + | + | + | - | + | - | + | + | + | - | + | - | + | + |
| 10 | + | + | + | - | + | + | - | - | - | + | + | - | - | + | - |
| 11 | + | + | + | + | - | - | + | - | + | + | - | + | + | + | - |
| 12 | + | + | + | - | + | - | + | - | - | + | + | - | + | + | - |
| 13 | + | + | + | + | - | + | - | + | + | + | - | + | - | + | + |
| 14 | + | + | + | - | + | + | - | + | - | + | + | - | - | + | + |
| 15 | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 16 | + | + | + | - | + | - | + | - | - | + | + | - | + | + | - |
| 17 | + | + | + | + | - | + | - | - | + | + | - | + | - | + | - |
| 18 | + | + | + | - | + | + | - | - | - | + | + | - | - | + | - |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | + | + | + | + | - | - | + | + | + | + | - | + | + | + | + |
| 20 | + | + | + | - | + | - | + | + | - | + | + | - | + | + | + |
| 21 | + | + | + | + | - | + | - | + | + | + | - | + | - | + | + |
| 22 | + | + | + | - | + | + | - | - | - | + | + | - | - | + | - |
| 23 | + | + | + | + | - | - | + | - | + | + | - | + | + | + | - |
| 24 | + | + | + | - | + | - | + | - | - | + | + | - | + | + | - |
| 25 | + | + | + | + | - | + | - | + | + | + | - | + | - | + | + |

Тема 2. Предобработка и очистка данных

Тестовые задания:

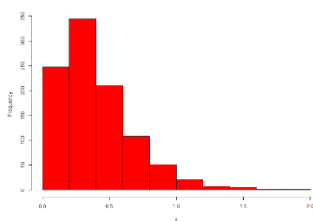
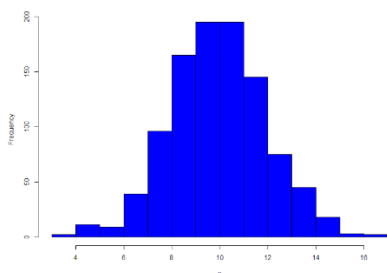
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

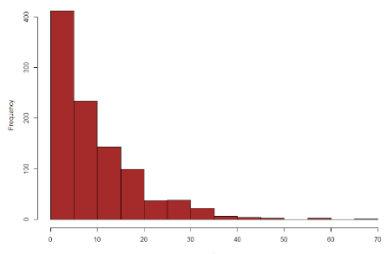
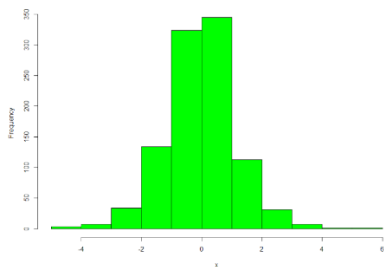
1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.
2. Внимательно прочитайте предложенные варианты ответа.
3. Выбрать один верный ответ.
4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).

1. Гистограммы распределения

Поставить соответствие между заданными последовательностями и гистограммами распределения, если последовательности представляют собой случайные числа, полученные с помощью различных генераторов с разными законами распределения:

```
set.seed(1234)
x1<-rnorm(1000,10,2)
x2<-rgamma(1000,2,5)
x3<-rt(1000,8)
x4<-rexp(1000,0.1)
```





Варианты ответов:

- a. X1
- b. X2
- c. X3
- d. X4

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.

2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.

3. Выбрать один верный ответ.

4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или B).

2. Критерий проверки гипотезы о нормальном законе распределения

Выберите из предложенного списка статистических критериев критерий, который позволяет проверить гипотезу о нормальном законе распределения

- A. Колмогорова-Смирнова
- B. Пирсона (Chi квадрат)
- C. Стьюдента
- D. Фишера
- E. Шапиро
- F. Шапиро-Пятецкого
- G. Манна-Уитни
- H. Андерсона-Дарлинга

ПКЗ по теме 2:

Задание 1. Решить задачу разведочного анализа для набора данных Boston в dataset Orange данный набор данных называется Housing.

Для решения задачи в excel, R, JASP имеются данные Boston. В python использовать `sklearn.datasets.load_boston`

Задание 2. Набор данных имеет пропуски и аномальные значения

| X | Y |
|----|-----|
| 1 | 1 |
| -1 | -3 |
| 3 | 4 |
| 2 | 2 |
| 5 | 7 |
| 2 | 2 |
| 3 | 4 |
| 5 | 7 |
| 1 | 1 |
| 3 | 4 |
| 4 | 25 |
| 4 | 5 |
| 5 | 7 |
| 1 | 1 |
| 3 | 4 |
| 3 | 4 |
| 2 | 2 |
| 4 | 6 |
| 0 | -1 |
| 3 | 4 |
| 4 | 5 |
| 7 | 10 |
| 1 | 1 |
| 7 | 10 |
| 3 | 4 |
| 3 | 4 |
| 3 | 3 |
| 4 | 5 |
| 4 | 19 |
| 4 | 6 |
| 1 | 0 |
| -4 | -23 |
| 4 | 6 |
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 5 | 7 |
| 1 | 39 |
| 4 | 5 |
| 5 | 7 |
| 7 | 11 |
| 4 | 6 |
| 6 | 8 |
| 4 | 5 |
| 2 | 3 |
| 4 | 6 |
| 1 | 1 |
| 5 | 7 |

| | |
|----|----|
| 5 | 7 |
| 5 | 7 |
| 3 | 4 |
| -1 | -3 |
| 4 | 6 |
| 8 | 12 |
| 3 | 4 |
| 6 | 9 |
| 6 | 9 |
| 4 | 5 |
| 5 | 7 |
| 8 | 12 |
| 3 | 4 |
| 4 | 6 |
| 3 | 4 |
| 3 | 4 |
| 6 | 9 |
| 1 | 1 |
| 4 | |
| 4 | 6 |
| 4 | 5 |
| 5 | 7 |
| 5 | 7 |
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 2 | 2 |
| 6 | 9 |
| 4 | 5 |
| 2 | 2 |
| 5 | |
| 1 | 1 |
| 2 | 2 |
| 1 | 1 |
| 5 | 7 |
| 5 | 7 |
| 2 | 2 |
| -1 | |
| 3 | 3 |
| 3 | 4 |
| 4 | 5 |
| 7 | 10 |
| 6 | 8 |
| 5 | 7 |
| 3 | 4 |
| 4 | 6 |
| 4 | 5 |
| 6 | 9 |
| 5 | 7 |

| | |
|---|---|
| 5 | |
| 4 | 5 |
| 4 | 5 |
| 1 | 0 |
| 1 | 1 |

- Проверить гипотезу о нормальном законе распределения для переменных X, Y
- Решить задачу восстановления пропущенных данных;
- Найти аномальные значения.
- Проанализировать корреляцию между переменными. Проверить гипотезу о значимости коэффициента корреляции

3. Значимость коэффициента корреляции

Чему равен уровень значимости при принятии гипотезы о наличии корреляции Пирсона для двух случайных величин/ Ответ дать с точностью до двух знаков после запятой

| x | y |
|---|---|
| 0 | 3 |
| 2 | 4 |
| 3 | 5 |
| 1 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 3 |

4. Интерквартильный размах

Последовательность задана с помощью предложения

$x < -c(2,3,4,6,3,4,5,12,5,7,13,28,26,33, 17, 30, 16, 32, 14,28,36)$

Чему равен интерквартильный размах для данной последовательности, если все пропуски заменены средним значением имеемых данных. Ответ дать с точностью до целых

5. Корреляционный анализ

Чему равен коэффициент корреляции Спирмена для случайных величин X, Y

| x | y |
|---|---|
| 0 | 3 |
| 2 | 4 |
| 3 | 5 |
| 1 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 3 |

Ответ дать с точностью до двух знаков после запятой

6. коэффициент корреляции

Чему равен коэффициент корреляции Пирсона для случайных величин

| x | y |
|---|---|
| 0 | 3 |
| 2 | 4 |
| 3 | 5 |

| | |
|---|---|
| 1 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 3 |

7. Критерий Шапиро-Уилка

Сгенерировать случайную выборку, размером в 500 наблюдений, используя генератор нормально распределенных случайных чисел с математическим ожиданием 10, дисперсией 16. При этом начальное значение генератора случайных чисел равно 4321. Чему равен уровень значимости при проверке гипотезы о нормальном законе распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка. Ответ дать с точностью до двух знаков после запятой. В качестве альтернативной использовать двустороннюю гипотезу.

8. Проверка гипотезы о законе распределения

Сгенерировать случайную выборку, размером в 500 наблюдений, используя генератор нормально распределенных случайных чисел с математическим ожиданием 10, дисперсией 16. При этом начальное значение генератора случайных чисел равно 4321. Чему равно наблюдаемое значение критерия Колмогорова-Смирнова. Ответ дать с точностью до двух знаков после запятой. В качестве альтернативной использовать двустороннюю гипотезу.

9. Проверка гипотезы о значимости отличий

Имеется выборка значений двух случайных величин

| x | y |
|---|---|
| 0 | 3 |
| 2 | 4 |
| 3 | 5 |
| 1 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 3 |

Проверить гипотезу о равенстве математических ожиданий при допущении о неравных дисперсии при допущении о независимости данных величин.

Чему равно наблюдаемое значение критерия Стьюдента. Ответ дать с точностью до одного знака после запятой.

Тема 3. Методы анализа и прогнозирования пространственных данных.

Методы регрессионного анализа

Тестовые задания:

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

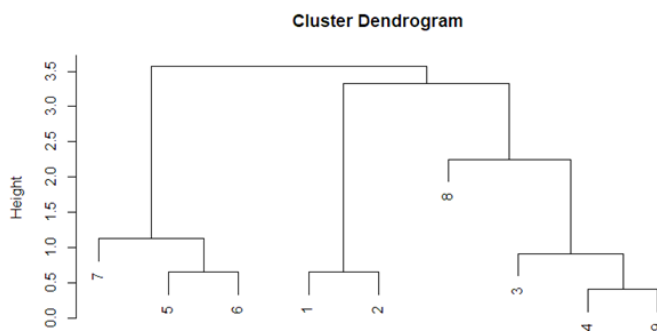
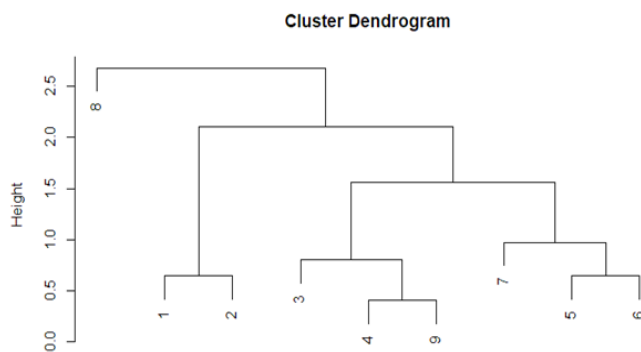
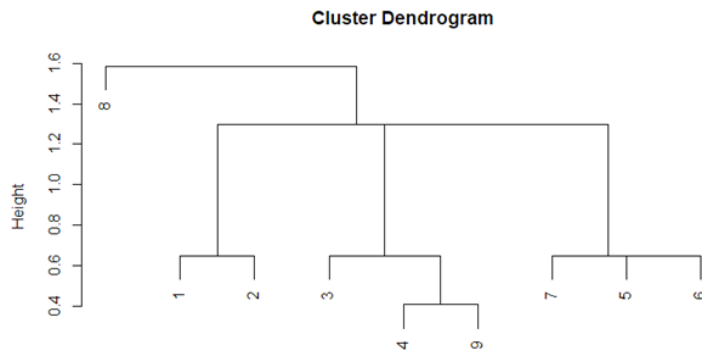
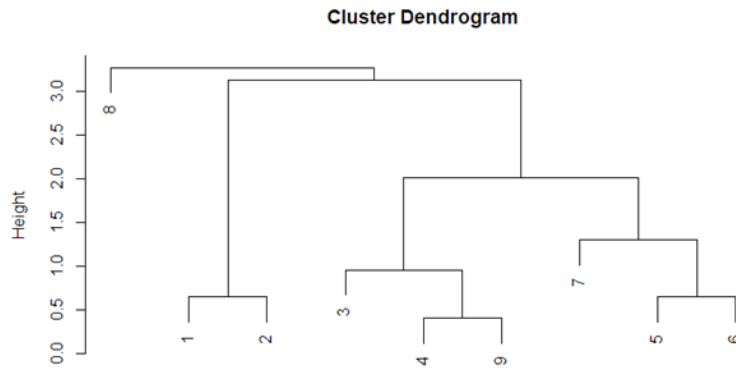
1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.
2. Внимательно прочитать предложенные варианты-ты ответа.
3. Выбрать один верный ответ.
4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например,

З или В).

1. Дендрограммы. Поставить соответствие между дендрограммами и используемыми методами для наблюдений, признаки которых заданы последовательностями

$x <- c(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 3, 5)$

$y <- c(3, 2, 5, 6, 3, 4, 5, 10, 7)$.



Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

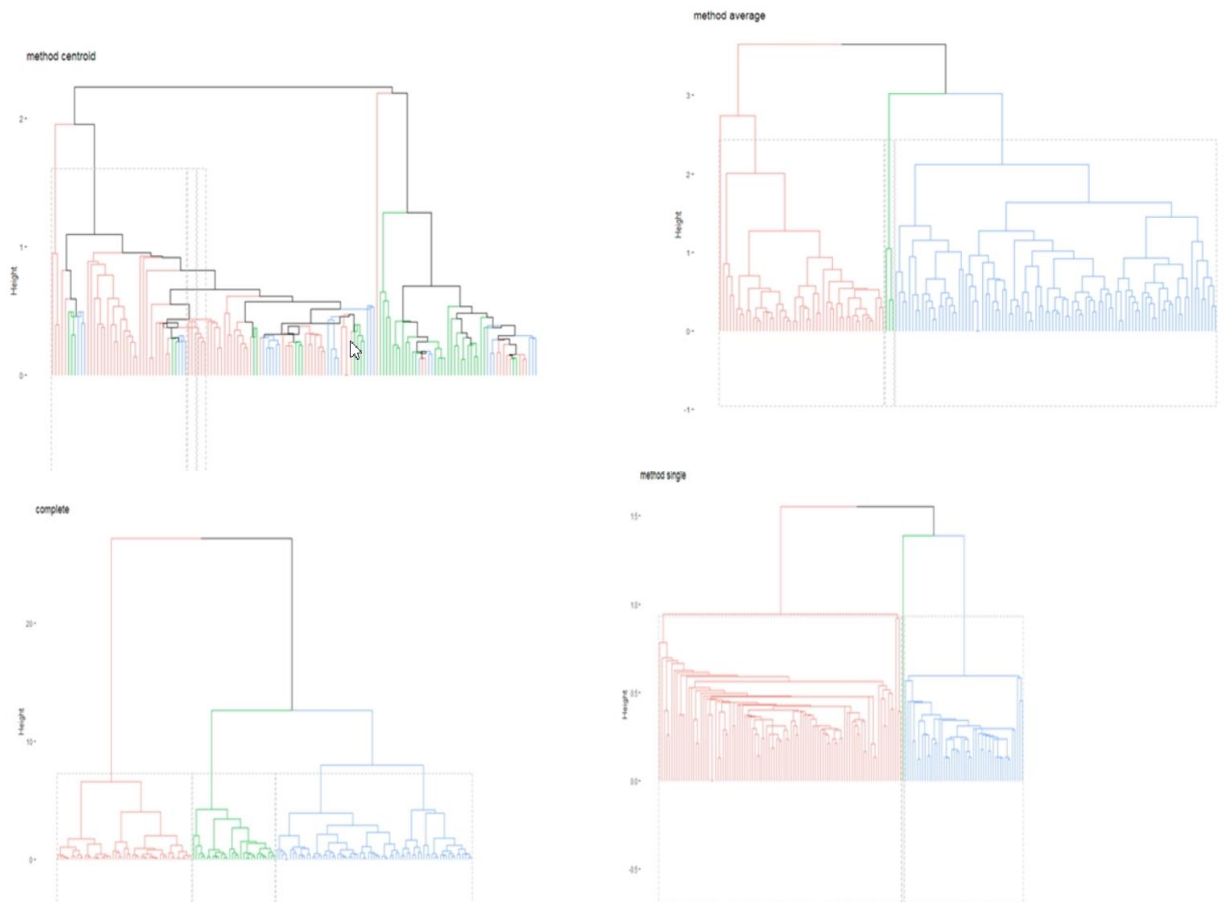
1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.

2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.

3. Выбрать один верный ответ.

4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или B).

2. Иерархический кластерный анализ. При решении задачи кластерного анализа для набора данных iris различными методами построены дендрограммы с выделением кластеров прямоугольниками для заданного числа кластеров равного трем. Выберите лучший из методов, если дендрограммы имеют следующий вид



- ближнего соседа
- дальнего соседа
- центроидный
- средней связи
- взвешенной средней связи

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.

2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.

3. Выбрать один верный ответ.

4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа

(например, 3 или B).

3. Методы иерархической кластеризации. Какой из методов кластерного анализа при анализе кандидатов на включения в кластер на текущем шаге использует результаты оценки дисперсий?

1. метод Варда
2. метод ближайшего соседа
3. метод полной связи
4. центроидный метод
5. метод невзвешенного попарного среднего

ПКЗ по теме 3:

Задание 1.

Имеется выборка данных о 6 предприятиях. Найти расстояние между объектами с помощью различных метрик

| | X1 | X2 | X3 |
|---|-----|-------|-------|
| 1 | 120 | 9100 | 11000 |
| 2 | 180 | 8400 | 16000 |
| 3 | 840 | 13000 | 20000 |
| 4 | 410 | 11300 | 16000 |
| 5 | 460 | 12000 | 15000 |
| 6 | 560 | 11500 | 13000 |

С помощью принципа "ближайшего соседа" для метрики Евклида построить дендрограмму. Задачу решить в JASP

Задание 2.

На предприятии существуют 5 отделов. Поскольку в них имеется разное число сотрудников, разные виды деятельности и др. решено сгруппировать отделы. Решить задачу группирования иерархическим и методом k-средних.

| | Стоимость производственных фондов, X1 | Среднемесячный объем работ, X2 |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 699 | 190 |
| 2 | 510 | 210 |
| 3 | 340 | 110 |
| 4 | 290 | 95 |
| 5 | 310 | 130 |

Задачу решить в JASP.

Задание 3.

Решить задачу кластерного анализа для предложенного набора данных. Имеется 30 наборов данных, размещенных в Moodle. Каждый студент решает задачу кластерного анализа для своего варианта исходных данных. При решении задачи кластерного анализа следует решать задачи иерархического кластерного анализа и кластерного анализа, решенного с помощью метода k-средних. В Moodle находится пример решения задачи и оформления отчета. В примере приведены скрипты, позволяющие решить данные задачи в JASP.

Задание 4.

Решить задачу парного регрессионного анализа для набора данных.

| X | Y |
|----|-------|
| 1 | 36,34 |
| 2 | 37,02 |
| 3 | 37,72 |
| 4 | 38,76 |
| 5 | 39,54 |
| 6 | 40,31 |
| 7 | 40,62 |
| 8 | 41,60 |
| 9 | 43,41 |
| 10 | 44,30 |
| 11 | 44,82 |
| 12 | 46,31 |
| 13 | 46,11 |
| 14 | 47,44 |
| 15 | 49,08 |
| 16 | 47,22 |
| 17 | 49,77 |
| 18 | 48,33 |
| 19 | 52,58 |
| 20 | 51,06 |
| 21 | 53,63 |
| 22 | 51,27 |
| 23 | 52,41 |
| 24 | 55,53 |
| 25 | 55,07 |
| 26 | 57,79 |
| 27 | 57,18 |

Тема 4. Методы классификации

Тестовые задания:

Задание закрытого типа с написанием правильного ответа.

1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.
2. Внести верный ответ в поле ответа.
3. Записать значение цифрами, если в ответе вещественное число, целую часть от дробной отделить точкой, или запятой.

2. Выбор классификатора. Использование различных методов классификации позволяет получить следующие таблицы сопряженности.

Метод линейного дискриминантного анализа

| | |
|-------|-----|
| 69535 | 442 |
| 4546 | 477 |

Метод k ближайших соседей при k=9

| | |
|-------|----|
| 69938 | 39 |
| 4973 | 50 |

Логистическая регрессия

| | |
|-------|-----|
| 69770 | 207 |
| 5005 | 18 |

Метод опорных векторов

| | |
|-------|-----|
| 69882 | 103 |
| 4890 | 125 |

Выбрать лучший метод по показателю precision

- метод опорных векторов
- метод k-ближайших соседей
- логистическая регрессия
- линейный дискриминантный анализ

Задание закрытого типа с написанием правильного ответа.

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.
2. Внести верный ответ в поле ответа.
3. Записать значение цифрами, если в ответе вещественное число, целую часть от дробной отделить точкой, или запятой.

3. Использование различных методов классификации позволяет получить следующие таблицы сопряженности.

Метод линейного дискриминантного анализа

| | |
|-------|-----|
| 69535 | 442 |
| . | 477 |

Метод k ближайших соседей при k=9

| | |
|-------|----|
| 69938 | 39 |
| 4973 | 50 |

Логистическая регрессия

| | |
|-------|-----|
| 69770 | 207 |
| 5005 | 18 |

Метод опорных векторов

| | |
|-------|-----|
| 69882 | 103 |
| 4890 | 125 |

Выбрать лучший метод по показателю accuracy

- метод опорных векторов
- метод k-ближайших соседей
- логистическая регрессия

- линейный дискриминантный анализ
- Деревья решений.

ПКЗ по теме 4:

Задание 1. Построить дерево решений по данным, приведенным в таблице.

| Рейтинг | Возраст | Уровень Дохода | Образование |
|---------|---------|----------------|-------------|
| 0 | 35 | 3000 | 0 |
| 0 | 25 | 5000 | 1 |
| 0 | 31 | 7000 | 1 |
| 1 | 56 | 1000 | 0 |
| 1 | 62 | 1100 | 1 |
| 1 | 49 | 1500 | 0 |

Тема 5. Модели временных рядов. Простые методы прогнозирования

Тестовые задания:

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.
2. Внимательно прочитайте предложенные варианты ответа.
3. Выбрать один верный ответ.
4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В).

1. Информационные критерии. Что можно оценить с помощью информационного критерия Акайке?

1. стационарность
2. нестационарность
3. качество модели
4. ошибки аппроксимации модели
5. наличие аномалий

2. Компоненты модели временного ряда. Какие компоненты могут содержать модель временного ряда?

1. Тренд
2. случайная составляющая
3. сезонная составляющая
4. циклическая составляющая
5. аномальные компоненты
6. временная компонента
7. гармоника

6. Ошибка прогноза. Ошибка прогноза вычисляется по формуле $\sum |e_j|/N$, где e_j - ошибка j -го наблюдения. Как называется данная ошибка?

1. MAE
2. MAPE
3. RSME
4. MASE

5. МРЕ

7. Ошибки прогноза. Ошибка прогноза вычисляется по формуле

$\sum e_j^2/N$, где e_j - ошибка j -го наблюдения. Как называется данная ошибка?

1. MAE
2. MSE
3. SSE
4. MAPE
5. MASE
6. RMSE

ПКЗ по теме 5

Задание 1. Сглаживание временных рядов. Пример задачи. Выполнить сглаживание временного ряда методом скользящего среднего для окна равного трем, пяти, семи.

| Дата | Золотовалютные резервы |
|------|------------------------|
| 0 | 182,2 |
| 7 | 182,3 |
| 14 | 184,6 |
| 21 | 185,2 |
| 28 | 188,2 |
| 35 | 188,5 |
| 42 | 194,2 |
| 49 | 195,4 |
| 56 | 195,6 |
| 63 | 197,9 |
| 70 | 201,7 |
| 77 | 204,1 |
| 84 | 204,4 |
| 91 | 205,9 |
| 98 | 208,1 |
| 105 | 212 |
| 112 | 217,1 |
| 119 | 225,7 |
| 126 | 231,1 |
| 133 | 236,1 |
| 140 | 236,7 |
| 147 | 243,3 |
| 154 | 247 |
| 161 | 247,9 |
| 168 | 246 |
| 175 | 247,2 |
| 182 | 250,6 |
| 189 | 253,2 |
| 196 | 255,7 |
| 203 | 262,9 |
| 210 | 265,6 |
| 217 | 266,9 |
| 224 | 277 |
| 231 | 275 |
| 238 | 258,5 |

| | |
|-----|-------|
| 245 | 260,4 |
| 252 | 260,7 |
| 259 | 259 |
| 266 | 261 |
| 273 | 266,6 |
| 280 | 267,9 |
| 287 | 266,5 |
| 294 | 267,3 |
| 301 | 269,1 |
| 308 | 274,2 |
| 315 | 277 |
| 322 | 278,9 |
| 329 | 283,4 |
| 336 | 290,1 |
| 343 | 293,8 |
| 350 | 295,8 |
| 357 | 299,2 |
| 364 | 303 |
| 371 | 303,9 |
| 378 | 301,7 |
| 385 | 302,7 |
| 392 | 303,8 |
| 399 | 304,6 |
| 406 | 309,5 |
| 413 | 311,2 |
| 420 | 311,1 |
| 427 | 315,3 |
| 434 | 317,3 |
| 441 | 321,7 |
| 448 | 332,6 |
| 455 | 338,7 |
| 462 | 346,3 |
| 469 | 356,6 |
| 476 | 361,2 |
| 483 | 369 |
| 490 | 372,1 |
| 497 | 386,3 |
| 504 | 394,3 |
| 511 | 402,2 |
| 518 | 403,6 |
| 525 | 406,5 |
| 532 | 405 |
| 539 | 406,6 |
| 546 | 406 |
| 553 | 408,4 |
| 560 | 411,2 |
| 567 | 413,1 |

| | |
|-----|-------|
| 574 | 417,3 |
| 581 | 416,8 |
| 588 | 420,2 |
| 595 | 414,7 |
| 602 | 413,8 |
| 609 | 416 |
| 616 | 417,1 |
| 623 | 420,9 |
| 630 | 422,5 |
| 637 | 425,1 |
| 644 | 424,8 |
| 651 | 434 |

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.

Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчета:

| Наименование контрольной точки | Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать студент | Коэффициент веса контрольной точки | Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине (отражается в журнале БРС в СДО) |
|--------------------------------|---|------------------------------------|---|
| КТ - 1 | 100 | 0,12 | 12 |
| КТ - 2 | 100 | 0,12 | 12 |
| КТ - 3 | 100 | 0,12 | 12 |
| КТ - 4 | 100 | 0,12 | 12 |
| КТ - 5 | 100 | 0,12 | 12 |
| Итого: | х | 0,6 | 60 |

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ x Коэффициент веса контрольной точки.

5.4. Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

КТ-1

Тема 1.

Тестирование.

Практическое-контрольное задание (ПКЗ).

КТ-2**Тема 2.**ТестированиеПрактическое-контрольное задание (ПКЗ).**КТ-3****Тема 3.**ТестированиеПрактическое-контрольное задание (ПКЗ).**КТ-4****Тема 4.**Тестирование.Практическое-контрольное задание (ПКЗ).**КТ-5****Тема 5.**Тестирование.Практическое-контрольное задание (ПКЗ).

Для каждой формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ определены критерии оценивания результатов выполнения задания.

1. Критерии оценивания тестирования:

| Критерии оценки | Диапазон баллов | Описание критерия |
|-------------------------------|-----------------|--|
| Количество правильных ответов | 0 | Количество правильных ответов менее 55% |
| | 25 | Количество правильных ответов от 55% до 64% |
| | 50 | Количество правильных ответов от 65% до 74% |
| | 75 | Количество правильных ответов от 75% до 84% |
| | 100 | Количество правильных ответов от 85% до 100% |
| Итого максимально: | 100 | |

2. Критерии оценивания ПКЗ:

| Критерии оценки | Диапазон баллов | Описание критерия |
|--|-----------------|--|
| Содержание и раскрытие выбранных понятий | 41-70 | Детальное, последовательное описание всех понятий на примере выбранной системы |
| | 21-40 | Поверхностное описание без привязки к выбранной системе |
| | 0-20 | Понятия раскрыты минимально или не раскрыты вовсе |
| Количество выполненных заданий | 30 | Количество выполненных заданий от 85% до 100% |
| | 15 | Количество выполненных заданий от 55% до 84% |
| | 0 | Количество выполненных заданий менее 55% |
| Итого максимально: | 100 | |

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения задач открытого типа (ПКЗ, КР), тестовых заданий студенту разрешается использование калькулятора; программ для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных. Для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях студенту можно использовать любой соответствующий онлайн-инструмент.

6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета, зачета с оценкой

Зачет проводится в письменной форме. Обучающийся получает билет с 3 теоретическими вопросами. На выполнение заданий дается 40-60 минут. По завершении подготовки необходимо представить ответы в письменном виде, подробно изложив ход выполнения задания, сделать выводы (при необходимости).

Зачет с оценкой проводится в письменной форме. Обучающийся получает билет с 2 теоретическими вопросами и заданием. На выполнение заданий дается 40-60 минут. По завершении подготовки необходимо представить ответы в письменном виде, подробно изложив ход выполнения задания, сделать выводы (при необходимости).

При реализации промежуточной аттестации в ЭО/ДОТ могут быть использованы следующие формы: устно в ДОТ - в форме обоснованных ответов на задания различного типа; письменно в СДО - в форме письменного решения заданий различного типа; тестирование в СДО.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Дать характеристику систем поддержки принятия решений, хранилищ данных.
2. Сформулировать свойства OLAP и OLTP-систем, найти их отличия.
3. Дать определение технологии KDD. Охарактеризовать этапы анализа данных KDD.
4. Объяснить содержание основных элементов математической статистики, используемых для анализа данных. Дать характеристику операций агрегирования данных.
5. Охарактеризовать содержание начальных этапов KDD, предобработки, очистки и трансформации данных.
6. Сделать обзор основного содержания разведывательного анализа, содержания модели Тьюки. Указать основные задачи разведывательного

- анализа.
7. Дать определение понятия аномалии. Выполнить характеристику методов борьбы с аномалиями. Дать характеристику ящичных диаграмм. Привести примеры.
 8. Дать определение повторной выборки. Указать методы повторной выборки и организации их использования.
 9. Назвать основные графические средства анализа. Характеризовать организацию построения гистограмм и вероятностных графиков, а также их использования при разведывательном анализе.
 10. Описать организацию проверки гипотез о законах распределения.
 11. Описать организацию проверки гипотез с использованием T-критерия.
 12. Определить гистограмму распределения и диаграмма «ящик с усами». Описать их использование при проверке гипотезы о законе распределения.
 13. Дать общую характеристика JASP. Привести примеры решения задач описательной статистики.
 14. Определить задачу кластерного анализа. Дать общую характеристику методов кластерного анализа.
 15. Привести примеры метрик кластерного анализа.
 16. Дать характеристику методов определения близости между кластерами. Привести примеры решения задач определения близости.
 17. Объяснить содержание иерархической кластеризации.
 18. Характеризовать метод k-средних. Привести примеры решения задач в JASP.
 19. Дать характеристику метода k-средних, методов определения числа кластеров, метода локтя.
 20. Дать характеристику корреляционного анализа. Привести примеры решения задач корреляционного анализа.
 21. Дать понятие регрессионной модели.
 22. Привести примеры решения задач парного линейного регрессионного анализа.

Вопросы для подготовки к зачету с оценкой

1. Дать характеристику систем поддержки принятия решений, хранилищ данных.
2. Сформулировать свойства OLAP и OLTP-систем, найти их отличия.
3. Дать определение технологии KDD. Охарактеризовать этапы анализа данных KDD.
4. Объяснить содержание основных элементов математической статистики, используемых для анализа данных. Дать характеристику операций агрегирования данных.
5. Охарактеризовать содержание начальных этапов KDD, предобработки, очистки и трансформации данных.
6. Сделать обзор основного содержания разведывательного анализа,

- содержания модели Тьюки. Указать основные задачи разведывательного анализа.
7. Дать определение понятия аномалии. Выполнить характеристику методов борьбы с аномалиями. Дать характеристику ящичных диаграмм. Привести примеры.
 8. Дать определение повторной выборки. Указать методы повторной выборки и организации их использования.
 9. Назвать основные графические средства анализа. Характеризовать организацию построения гистограмм и вероятностных графиков, а также их использования при разведывательном анализе.
 10. Описать организацию проверки гипотез о законах распределения.
 11. Описать организацию проверки гипотез с использованием T-критерия.
 12. Определить гистограмму распределения и диаграмма «ящик с усами». Описать их использование при проверке гипотезы о законе распределения.
 13. Определить задачу кластерного анализа. Дать общую характеристику методов кластерного анализа.
 14. Объяснить содержание иерархической кластеризации.
 15. Характеризовать метод k-средних. Привести примеры решения задач в JASP.
 16. Дать характеристику задач линейного регрессионного анализа.
 17. Привести примеры решения задач множественного линейного регрессионного анализа.
 18. Дать общую характеристику задач классификации.
 19. Как оценивается качество решения задач классификации?
 20. Дать определение деревьев решений. Дать общую характеристика деревьев решений.
 21. Сделать обзор методов классификации.
 22. Характеризовать задачи классификации. Дать определение ROC-кривой. Описать организацию оценки качества классификации с помощью AUC.
 23. Дать определение логистической регрессии. Привести примеры решения задач бинарной классификации различными методами. Определить понятие ансамбля методов.
 24. Дать определение нейронной сети. Классифицировать нейронные сети.
 25. Характеризовать активизационные функции нейрона.
 26. Характеризовать корреляции Пирсона, Спирмена, Кендалла, частной корреляции. Показать примеры их использования.
 27. Понятие, виды и назначение прогнозов. Классификация методов прогнозирования.
 28. Понятие временного ряда. Определение и типология временных рядов.
 29. Модели временных рядов. Составляющие модели временных рядов.
 30. Основные характеристики временных рядов.
 31. Стационарность временных рядов.
 32. Автокорреляционная функция. Коррелограммы временного ряда. Анализ стационарности с помощью коррелограмм. Критерий Льюинга-Бокса.

33. Наивная модель прогнозирования. Прогнозирование на основе средних.
34. Использование метода регрессионного анализа при решении задач прогнозирования.
35. Понятие «сглаживание». Методы сглаживания.
36. Линейные фильтры. Метод скользящего среднего. Взвешенное сглаживание.

Типовые задания для зачета с оценкой

Задача 1. Проверить гипотезу о значимом отличии среднего балла за экзамены в десятом и одиннадцатом классах, используя критерий Стьюдента и критерий Манна-Уитни. Построить диаграммы «ящик с усами» для школьников, имеющих разные хобби. Построить диаграмму «дерево-листья». Данные находятся в файле тесты Школа.txt. Задачу решить в R и в JASP.

Построить задачу классификации хобби в зависимости от результатов тестирования. Задачу классификации решить с помощью деревьев решений в R.

Задача 2. Создать случайную последовательность размером в 500 наблюдений с использованием генератора равномерно распределенных чисел в диапазоне от 0 до 10. Проверить статистическую гипотезу о числовых значениях параметров:

1 $H_0 : a = 0,5; H_1 : a \neq 0,5$.

2 $H_0 : a = 5; H_1 : a > 5$.

Построить гистограмму распределения в R. Построить гистограмму частот и гистограмму относительных частот. При построении гистограммы оценить и задать число интервалов. Указать название осей и название гистограммы, а также заливку синего цвета. На диаграмму поместить кривую ядерной плотности, а также аппроксимацию равномерным законом распределения. При построении кривой регулировать ее гладкость.

- Оценить статистические характеристики.

- При проверке гипотезы: использовать одно выборочный Т-критерий. Задать уровень значимости 0,05. Использовать одностороннюю и двухстороннюю проверки гипотезы.

- Проверить гипотезу о равномерном законе распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова.

В R использовать функцию t.test

Типовые проверочные задания для самоподготовки обучающегося к промежуточной аттестации:

| ТИП ЗАДАНИЯ | СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ | ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ |
|--|---|---|
| Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать | 1. Что означает термин «центроид кластера»? А) Количество объектов в кластере Б) Среднее значение признаков всех объектов внутри кластера |

| предложенных | предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В). | В) Максимальное расстояние между объектами внутри кластера Г) Расстояние между двумя ближайшими кластерами | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---------|-------------|-----------|-----------------------------------|-------------|------------------------------------|-----------|-----------------------------------|----------------|---|--|
| Задание закрытого типа на установление соответствия | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4). | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Понятие</th> <th>Определение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Фактор</td> <td>А) Показатель, характеризующий ст</td> </tr> <tr> <td>2. Нагрузка</td> <td>Б) Скрытая латентная величина, объ</td> </tr> <tr> <td>3. Оборот</td> <td>В) Число факторов, используемых д</td> </tr> <tr> <td>4. Размерность</td> <td>Г) Совокупность операций по пр интерпретации</td> </tr> </tbody> </table> | Понятие | Определение | 1. Фактор | А) Показатель, характеризующий ст | 2. Нагрузка | Б) Скрытая латентная величина, объ | 3. Оборот | В) Число факторов, используемых д | 4. Размерность | Г) Совокупность операций по пр интерпретации | |
| Понятие | Определение | | | | | | | | | | | | |
| 1. Фактор | А) Показатель, характеризующий ст | | | | | | | | | | | | |
| 2. Нагрузка | Б) Скрытая латентная величина, объ | | | | | | | | | | | | |
| 3. Оборот | В) Число факторов, используемых д | | | | | | | | | | | | |
| 4. Размерность | Г) Совокупность операций по пр интерпретации | | | | | | | | | | | | |
| Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных | 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать несколько правильных ответов. 4. Записать только номера (или буквы) выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г). | 1. Какие методы относятся к плоскостным (неиерархическим) методам кластеризации? Выберите все правильные варианты: А) K-means Б) DBSCAN В) Hierarchical clustering Г) Spectral clustering Д) Mean shift 2. Укажите верные утверждения относительно кластерного анализа: Выберите все правильные варианты: А) Цель кластерного анализа заключается в группировке объектов таким образом, чтобы объекты одной группы были похожи друг на друга больше, чем на объекты других групп. Б) Методы кластеризации позволяют разделить выборку на заранее заданное число классов. В) Качество кластеризации можно оценить с помощью метрик, таких как индекс Силуэта или коэффициент Дэйва-Болдина. Г) Результат кластеризации зависит исключительно от выбранного алгоритма и не зависит от масштаба исходных данных. | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|--|--|
| <p>Задание закрытого типа на установление последовательности</p> | <p>1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитайте предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135).</p> | <p>1. Установите правильную последовательность этапов построения модели классификации: А. Сбор и подготовка данных В. Выбор метода классификации С. Обучение модели D. Оценка качества модели Е. Применение модели для новых данных</p> <p>2. Определите порядок шагов процесса кросс-валидации (метод проверки качества классификационной модели): А. Разделение данных на обучающую и тестовую выборки В. Обучение модели на каждом подмножестве данных С. Повторение процедуры для разных комбинаций разделения данных D. Вычисление средней оценки точности моделей Е. Использование оставшегося подмножества для тестирования</p> |
| <p>Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора</p> | <p>1. Внимательно прочитайте текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитайте предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования).</p> | <p>1. Какое утверждение верно описывает цель факторного анализа? Поясните свой выбор.</p> <p>Выбор варианта ответа:</p> <p>А) Анализ структуры корреляционных связей между признаками для выявления скрытых общих факторов. Б) Проверка гипотез о значимости различий средних значений переменных. В) Нахождение наилучших предикторов целевого показателя регрессии. Г) Поиск аномалий и выбросов среди исследуемых данных.</p> <p>2. Чем отличается вращение Varimax от Promax в рамках факторного анализа? Поясните свой выбор.</p> <p>Выбор варианта ответа:</p> <p>А) Varimax сохраняет ортогональность факторов, тогда как Promax допускает наклонные факторы. Б) Varimax используется для уменьшения размерности пространства признаков, а Promax — для повышения интерпретируемости результатов. С) Varimax подходит для непрерывных данных, а Promax — для категориальных. D) Varimax применим только в статистическом пакете SPSS, а Promax доступен лишь в программе R.</p> |
| <p>Задание открытого типа с развернутым ответом</p> | <p>1. Внимательно прочитайте текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ</p> | <p>1. Объясните подробно этапы очистки данных перед проведением анализа. Приведите конкретные примеры методов обработки пропущенных значений, дубликатов записей и некорректных значений.</p> <p>2. Что такое разведочный анализ данных (EDA)? Опишите три основных инструмента EDA и приведите пример ситуации, когда каждый из них полезен.</p> |

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

| КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ | РЕЗУЛЬТАТ В БАЛЛАХ |
|--|--------------------|
| Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок | 40 |
| Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями. | 30-39 |
| Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий. | 20-29 |
| Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е. студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя. | 0-19 |

6.4. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения задач открытого типа (кейсов, ПКЗ, ПИЗ), тестовых заданий студенту разрешается использование калькулятора; программ для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных. Для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях студенту можно использовать любой соответствующий онлайн-инструмент.

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Для изучения основных вопросов образовательной программы необходимо конспектировать материалы лекций, работать с рекомендованной преподавателем литературой, а также ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Для приобретения навыков активного использования знаний полезно обсуждать плановые и возникающие

вопросы, а также решаемые задачи на практических занятиях. Чтобы легче и прочнее усвоить материал следует постоянно использовать конкретные примеры, сравнения из уже полученных областей наук.

Для закрепления изученного материала даны вопросы по каждой теме дисциплины, на которые следует самостоятельно найти ответы.

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Практические занятия проводятся главным образом по дисциплинам, требующим закрепления навыков решения задач, и помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести умения применять принципы системного подхода к решению разнообразных задач, определять и оценивать ресурсы и существующие ограничения разного рода проектов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо проанализировать конспект лекции, ознакомиться с рекомендованной литературой по соответствующей теме, осуществить подготовку по рекомендованным в рабочей программе вопросам для обсуждения темы, выполнить домашнее задание (при необходимости).

Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю (в том числе по электронной почте).

Планируя консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику. Кроме того, ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд методических материалов для быстрого повторения изученных вопросов, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

После изучения базовых тем курса проводится текущий контроль знаний студентов в виде опроса или письменного тестирования. Типовые тесты и

задания по темам дисциплины приведены в специальном разделе данной рабочей программы.

Подготовка к текущему и промежуточному контролю предполагает изучение представленных вопросов к зачету, работу над тестами, представленными в данной рабочей программе, выполнение семестровой проектной работы по применению системного подхода и методов системного анализа к выбранной системе.

В качестве самостоятельной работы магистрантами выполняется семестровая работа по применению системного подхода и методов системного анализа к выбранной системе по всем темам. Рекомендуется выбрать организационно-техническую систему. Перед выполнением задания по теме 1 выбранную систему необходимо согласовать с преподавателем. При выполнении заданий по темам могут использоваться представленные студентом материалы по предыдущим темам. Выполненная семестровая работа представляется студентом на открытой защите на промежуточной аттестации.

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1. Бурнашев, Р. А. Анализ и прогнозирование временных рядов: путь от классических моделей к современным решениям. Часть 1. Базовые инструменты и методы : учебное пособие для вузов / Р. А. Бурнашев, М. К. Арабов, М. Д. Миссаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 216 с. — ISBN 978-5-507-52440-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/488951> (дата обращения: 01.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Наумов, В. Н. Методы прогнозирования временных рядов : учебное пособие для вузов / В. Н. Наумов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 196 с. — ISBN 978-5-507-53013-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/464216> (дата обращения: 01.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Миркин, Борис Григорьевич. Базовые методы анализа данных – М.:Юрайт, 2024 – 297 с. Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450262> (дата обращения: 27.04.2025)

4. Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Дуброва Т. А., Миронкина Ю. Н., Сиротин В. П. Анализ данных. – М.: Юрайт, 2023 – 490 с. Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450166> (дата обращения: 27.04.2025)

8.2. Дополнительная литература

1. Гусарова Н.Ф, Анализ социальных сетей. Основные понятия и метрики. – СПб.: Университет ИТМО, 2016 – 67 с.
2. Жерон, Орельен. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow : Концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем : полноцветное издание : перевод с английского - ПрМ.:Диалектика. -684 с.
3. Ланц Б. – Машинное обучение на R/ - СПб. :Питер. – 2020 – 464 с.
4. Principles of Econometrics with R [Электронный ресурс] – URL: <https://bookdown.org/ccolonescu/RPoE4/>
5. Люк Д. Анализ сетей (графов) в среде R. Руководство пользователя- М.: ДМК Пресс, 2017 – 250 с.
6. Маккинни У. Python и анализ данных. – М.: ДМК, 2015 – 482 с.
7. Нильсен Эйлин. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение. –М.: ООО Диалектика – 2021 – 544 с.
8. Наумов Владимир Николаевич. Средства бизнес-аналитики: учеб. пособие / В. Н. Наумов ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации", Сев.-Зап. ин-т упр. - СПб. : СЗИУ - фил. РАНХиГС, 2016. - 107 с.
9. Наумов В.Н. Анализ данных и машинное обучение: методы и инструментальные средства. Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации", Сев.-Зап. ин-т упр. - СПб. : СЗИУ - фил. РАНХиГС, 2020. - 260 с.
10. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер. 2018. -400 с.
11. Шолле Ф. Глубокое обучение на R. – СПб.: Питер. 2018. -400 с.

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4 Интернет-ресурсы

Обучающимся обеспечен доступ к материалам курса в СДО Академии <http://lms.ranepa.ru>, а так же через сайт научной библиотеки к следующим подписным электронным ресурсам:

Русскоязычные ресурсы

- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Юрайт»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Лань»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «ZNANIUM.COM»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «BOOK.RU»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «IPRSMART»

9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

| № п/п | Наименование |
|-------|---|
| 1. | Специализированные залы для проведения лекций, оснащенные персональным компьютером/ноутбуком и мультимедийным проектором |
| 2. | Аудитории и компьютерные классы, оборудованные посадочными местами и персональными компьютерами с выходом в Интернет для проведения практических занятий |
| 3. | «МТС Линк» — российская платформа для онлайн-коммуникаций и совместной работы команд ; «Яндекс Телемост» — сервис для видеоконференций от Яндекса; Я-мессенджер |
| 4. | Технические средства обучения: персональные компьютеры; программные средства, обеспечивающие просмотр видеофайлов в форматах AVI, MPEG-4, DivX, RMVB, WMV; программы для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных; соответствующие онлайн-инструменты для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях |
| 5. | Пакет Excel -2019, professional plus, R, RStudio, Anaconda, Loginom, JASP |
| 6. | Научная библиотека (в т.ч. электронные информационные ресурсы научной библиотеки) |
| 7. | СДО Академии https://lms.ranepa.ru/ |