МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Машинное обучение

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	**Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств**
Учебный план	02.03.02_26_00_ИИ.plx 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
Квалификация	**бакалавр**
Форма обучения	**очная**
Общая трудоемкость	**3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**6 (3.2)**		Итого	
Недель	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	66,35	66,35	66,35	66,35
Контактная работа	66,35	66,35	66,35	66,35
Сам. работа	15	15	15	15
Часы на контроль	26,65	26,65	26,65	26,65
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):
д.т.н., проф., Перепелкин Дмитрий Александрович

Рабочая программа дисциплины
Машинное обучение

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 808)

составлена на основании учебного плана:
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
утвержденного учёным советом вуза от 24.06.2026 протокол № 12.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от 20.05.2026 г. № 6
Срок действия программы: 20262030 уч.г.
Зав. кафедрой Перепелкин Дмитрий Александрович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от __ _____ 2027 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от __ _____ 2028 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от __ _____ 2029 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от __ _____ 2030 г. № __

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Машинное обучение» является изучение систем, основанных на искусственном интеллекте, методов интеллектуального анализа данных, машинного обучения и инженерии знаний, а также методов нечёткой логики и мягких вычислений для реализации проектов по разработке интеллектуальных систем, баз знаний, интеллектуальных аналитических моделей с использованием аппарата машинного обучения, нечёткой логики и мягких вычисления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Учебная практика
2.1.2	Введение в профессиональную деятельность
2.1.3	Программирование на Python
2.1.4	Эксплуатационная практика
2.1.5	Основы искусственного интеллекта
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Технологии искусственного интеллекта
2.2.4	Управление проектами в сфере ИИ
2.2.5	Глубокие нейронные сети

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Способен проводить передовые исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики (FC-1)

ПК-2.1. Разрабатывает фундаментальные основы и новые алгоритмы машинного обучения

Знать
Фундаментальные математические основы машинного обучения: теорию вероятностей и математическую статистику, линейную алгебру, функциональный анализ и методы выпуклой оптимизации.
Уметь
Формулировать математические постановки задач машинного обучения, выводить целевые функции и ограничения, анализировать сходимость и сложность алгоритмов.
Владеть
Инструментами научного программирования и фреймворками машинного обучения на уровне разработки и модификации ключевых компонентов.

ПК-3: Способен проводить передовые исследования в области управления, решения, агентных и мультиагентных систем (FC-3)

ПК-3.1. Разрабатывает алгоритмы обучения с подкреплением

Знать
теоретические основы обучения с подкреплением, ключевые алгоритмы и их математические обоснования с условиями сходимости; архитектуры и принципы построения одноагентных и мультиагентных систем, включая кооперативные, конкурентные и гибридные сценарии; современные направления фронтирных исследований машинного обучения
Уметь
формализовать прикладные задачи управления и принятия решений как задачи обучения с подкреплением, выбирать и адаптировать алгоритмы обучения с подкреплением под специфику задачи (непрерывные/дискретные действия, частичная наблюдаемость, многоцелевые вознаграждения); реализовывать и отлаживать алгоритмы обучения с подкреплением, проводить эксперименты по обучению агентов, анализировать сходимость и устойчивость
Владеть
инструментами реализации алгоритмов обучения с подкреплением, а также фреймворками машинного обучения и техниками стабилизации обучения, валидации систем обучения с подкреплением, методологией проведения воспроизводимых экспериментов в обучении с подкреплением

ПК-7: Способен применять современные методы оптимизации для обучения моделей машинного обучения, настройки гиперпараметров и решения задач искусственного интеллекта (MF-3)

ПК-7.1. Применяет методы оптимизации, для разработки и исследования обучающих алгоритмов

Знать
фундаментальные принципы математической оптимизации, классические и современные алгоритмы оптимизации для машинного обучения их свойства и области применимости, подходы к настройке гиперпараметров, методы регуляризации и предотвращения переобучения, современные направления фронтирных исследований в оптимизации машинного обучения
Уметь
формулировать задачи машинного обучения как оптимизационные, выбирать и адаптировать алгоритмы оптимизации под специфику задачи, реализовывать и отлаживать оптимизационные алгоритмы, включая модификацию стандартных методов под конкретные требования
Владеть
инструментами реализации оптимизационных алгоритмов и фреймворками для автоматизированной настройки и оптимизации гиперпараметров

ПК-11: Способен применять знания об истории развития и трендах современного ИИ для формулирования корректных постановок задач и поиска перспективных способов решения проблем с помощью ИИ (LC-8)

ПК-11.1. Позиционирует собственную задачу в заданной области знания с точки зрения трендов современного ИИ

Знать
ключевые этапы развития искусственного интеллекта: от ранних работ до современных прорывов, современные тренды в ИИ□исследованиях, актуальные вызовы и ограничения современных методов, паттерны трансформации отраслей под влиянием ИИ
Уметь
анализировать историческую динамику развития методов в заданной предметной области, выявлять причинно□следственные связи между научными прорывами и прикладными достижениями; сопоставлять собственную исследовательскую или прикладную задачу с текущим ландшафтом ИИ□решений, определять её место в парадигме современных исследований; аргументировать выбор методов и инструментов, опираясь на анализ эволюцию подходов в данной области и их доказанную эффективность
Владеть
методиками систематического обзора литературы для картирования развития методов в конкретной области ИИ, техниками формулировки исследовательских гипотез с учётом исторической преемственности и современных вызовов, методологией критического анализа ИИ□решений

ПК-11.2. Определяет тенденции развития, оценивает новизну и практическую значимость своих решений с точки зрения современного ИИ

Знать
хронологию ключевых прорывов в ИИ, включая причинно□следственные связи между открытиями; основные научные школы и парадигмы в ИИ их исторический контекст и сферы применимости; современные мегатренды в развитии ИИ
Уметь
проводить ретроспективный анализ развития методов в выбранной области, позиционировать собственную задачу в контексте текущих исследований: определять её место на карте ИИ□методов и соотносить с актуальными вызовами; формулировать постановку задачи с учётом трендов, анализировать патентную активность и индустриальные инициативы для прогнозирования коммерческих перспектив разработки
Владеть
техниками формулировки гипотез с учётом исторической преемственности и современных вызовов, подходами к обоснованию новизны, техниками прогнозирования развития направления на 3–5 лет вперёд на основе анализа циклов инноваций и ресурсных ограничений

ПК-11.3. Оценивает конкурирующие решения и разработки с точки зрения трендов современного ИИ

Знать
структуру современного ИИ□ландшафта, типовые проблемы и ограничения современных ИИ□решений, примеры успешных и неудачных внедрений ИИ в различных отраслях
Уметь
формулировать постановку задачи с учётом актуальных трендов, выбирая релевантные архитектуры, метрики и протоколы валидации; выявлять перспективные направления для инноваций на стыке классических методов и новых подходов; оценивать жизнеспособность и масштабируемость ИИ□решений через призму технологических ограничений, этических норм и рыночных потребностей
Владеть
инструментами мониторинга трендов, техниками сравнительного анализа конкурирующих решений с учётом их производительности, ресурсоёмкости и соответствия современным стандартам, подходами к обоснованию новизны и практической значимости разработок через сравнение с существующими baseline□методами и выявление пробелов в литературе

ПК-12: Способен применять фундаментальные принципы и методы машинного обучения, включая подготовку данных и оценку качества моделей и работу с признаками (ML-2)

ПК-12.1. Различает основные типы задач МО и применяет на практике принципы их решения

Знать
основные типы задач машинного обучения (классификация, регрессия, кластеризация, уменьшение размерности, обучение с подкреплением) и их отличительные особенности; этапы жизненного цикла модели МО: сбор и предобработка данных, конструирование признаков, выбор алгоритма, обучение, оценка, внедрение; методы предобработки данных
Уметь
определять тип задачи машинного обучения по постановке и характеристикам данных, выбирать соответствующий класс алгоритмов; проводить первичную аналитику данных для понимания структуры датасета; выполнять предобработку данных: обрабатывать пропуски, кодировать категориальные переменные, масштабировать признаки, выявлять и обрабатывать выбросы
Владеть
инструментами анализа и предобработки данных; методами отбора и конструирования признаков; практическими навыками построения и настройки базовых моделей машинного обучения

ПК-12.2. Применяет методы предварительной обработки данных и работы с признаками

Знать
основные этапы цикла разработки ML□решения; типы данных и специфику их обработки в задачах машинного обучения; методы предварительной обработки; принципы и техники feature engineering: создание новых признаков, трансформацию существующих, использование временных и пространственных паттернов
Уметь
проводить первичный анализ данных; выбирать и применять методы предобработки в зависимости от типа данных и задачи; отбирать наиболее информативные признаки с использованием статистических и модельных методов; выявлять и устранять проблемы данных до обучения модели
Владеть
инструментами предобработки данных; техниками кодирования категориальных переменных; методами масштабирования и нормализации; алгоритмами отбора признаков и инструментами визуализации предобработки

ПК-12.3. Решает проблемы несбалансированных данных и оценивает качество моделей

Знать
природу проблемы несбалансированных данных, её влияние на обучение моделей и критерии выявления дисбаланса; методы борьбы с несбалансированностью; систему метрик для оценки моделей на несбалансированных данных
Уметь
диагностировать несбалансированность данных, оценивать степень дисбаланса и его влияние на задачу; применять методы предобработки данных с учётом специфики дисбаланса; реализовывать техники балансировки
Владеть
инструментами предобработки и методами балансировки данных; техниками оценки и фреймворками для автоматизированной оценки

ПК-13: Способен применять классические алгоритмы машинного обучения с пониманием их математических основ и областей применения (ML-3)

ПК-13.1. Обосновывает способы и варианты применения классических методов и моделей МО в задачах ИИ, включая их математическое (алгоритмическое) преобразование и адаптацию к специфике задачи

Знать
математические основы классических алгоритмов машинного обучения; условия применимости и ограничения каждого алгоритма; ключевые гиперпараметры классических моделей и их влияние на поведение алгоритма; способы формализации задачи под конкретный алгоритм
Уметь
выбирать классический алгоритм машинного обучения, исходя из постановки задачи, типа данных и требований к интерпретируемости; выводить и преобразовывать базовые уравнения моделей; анализировать устойчивость алгоритма к нарушениям предположений; адаптировать классические методы под специфику задачи
Владеть
инструментами реализации классических алгоритмов; техниками настройки гиперпараметров классических моделей; методами оценки качества классических моделей;
подходами к интерпретации и навыками преобразования алгоритмов

ПК-13.2. Эффективно применяет классические методы и модели МО для обеспечения достижимости функциональных характеристик систем ИИ

Знать
математический аппарат классических алгоритмов машинного обучения; влияние гиперпараметров на поведение модели и её обобщающую способность; способы оценки устойчивости моделей к шуму, выбросам и нарушениям предположений; метрики качества для разных типов задач и их интерпретацию в контексте функциональных требований системы
Уметь
сопоставлять постановку задачи ИИ с набором классических алгоритмов, обосновывая выбор на основе математических свойств и требований к системе; формулировать целевую функцию и ограничения задачи в терминах, совместимых с выбранным алгоритмом; диагностировать проблемы и предлагать математически обоснованные способы их устранения; адаптировать классические алгоритмы под специфику задачи
Владеть
подходами к интерпретации моделей; методиками ансамблевого построения; инструментами диагностики: анализом остатков, проверкой мультиколлинеарности, выявлением переобучения через кривые валидации; навыками преобразования алгоритмов

ПК-13.3. Оценивает результативность применения классических методов и моделей МО в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами

Знать
систему метрик качества для разных типов задач (классификация, регрессия, кластеризация) и их интерпретацию в контексте задач ИИ; типовые проблемы при применении классических методов и способы их диагностики; современные аналоги классических алгоритмов и области их конкурентного преимущества
Уметь
выбирать классический алгоритм машинного обучения, обосновывая решение через сопоставление математических свойств метода с требованиями задачи; формулировать целевую функцию и ограничения задачи в терминах, совместимых с выбранным алгоритмом; реализовывать классические алгоритмы с использованием стандартных библиотек и оценивать их работоспособность на тестовых данных
Владеть
методами оценки качества; подходами к интерпретации моделей и методиками сравнительного анализа результативности применения классических методов и моделей машинного обучения в задачах ИИ

ПК-17: Способен применять байесовский подход для построения вероятностных моделей, анализа неопределенности и создания адаптивных систем ИИ (MF-2)

ПК-17.1. Применяет байесовские методы оценивания и байесовские интервалы для решения задач статистики и построения моделей

Знать
теоретические основы байесовского подхода и ключевые концепции байесовской статистики; основные типы вероятностных графических моделей; алгоритмы байесовского вывода; способы оценки неопределённости в байесовских моделях; особенности применения байесовских методов в задачах классификации, регрессии, кластеризации и последовательного принятия решений
Уметь
формулировать прикладные задачи в терминах байесовского моделирования: определять случайные величины, задавать априорные распределения, строить правдоподобие; выбирать подходящий метод байесовского вывода исходя из сложности модели и объёма данных; реализовывать байесовские модели с использованием специализированных библиотек
Владеть
инструментами реализации байесовских моделей, а также базовыми средствами для низкоуровневых вычислений; техниками задания априорных распределений; методами байесовского вывода; способами оценки сходимости и качества вывода

ПК-18: Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ (PL-1)

ПК-18.1. Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений

Знать
синтаксис и семантику языка Python, включая особенности работы с типами данных, коллекциями, функциями и классами; ключевые библиотеки Python для ИИ и анализа данных; фреймворки для машинного обучения, их архитектуру и области применимости
Уметь
выбирать оптимальную комбинацию инструментов Python исходя из требований задачи; писать эффективный и читаемый код с использованием идиоматических конструкций Python (генераторы, контекстные менеджеры, декораторы); загружать, очищать и преобразовывать данные с помощью Pandas и NumPy, обрабатывать пропуски, кодировать категориальные переменные, масштабировать признаки
Владеть
техниками работы с данными; методами предобработки данных; практиками построения и обучения моделей

ПК-18.2. Разрабатывает и поддерживает системы обработки больших данных различной степени сложности

Знать
основы языка Python, включая продвинутые конструкции; архитектуру и принципы работы распределённых систем обработки данных; ключевые библиотеки Python для работы с большими данными; форматы хранения больших данных и способы их обработки
Уметь
проектировать и реализовывать системы обработки больших данных с учётом требований к масштабируемости и отказоустойчивости; выбирать оптимальные инструменты и библиотеки Python для конкретных задач обработки данных (объём, скорость, структура); писать эффективный код для загрузки, очистки и трансформации больших наборов данных
Владеть
техниками работы с большими данными; методами распределённой обработки; инструментами интеграции с хранилищами

ПК-22: Способен проводить эксперименты на данных, формулировать гипотезы исследования, строить (обучать, дообучать) модели ИИ с оценкой их качества и анализом ошибок, обеспечивать воспроизводимость и масштабируемость исследований на данных (LC-2)

ПК-22.1. Проводит эксперименты с моделями ИИ, оценивает их качество (точность, производительность)

Знать
методологию научного эксперимента в области машинного обучения: постановку гипотез, планирование опытов, контроль переменных; основные типы задач машинного обучения и способы измерения производительности моделей
Уметь
формулировать проверяемые гипотезы исследования на основе анализа предметной области и существующих работ; планировать эксперименты: определять метрики успеха, выбирать контрольные группы, задавать параметры сравнения; подготавливать данные для экспериментов (очистка, трансформация, разбиение) с учётом требований воспроизводимости; реализовывать и обучать модели машинного обучения с использованием библиотек
Владеть
инструментами проведения экспериментов; техниками предобработки данных; методами обучения и дообучения моделей; инструментами оценки качества; подходами к анализу ошибок

ПК-22.2. Проводит эксперименты на данных и визуализирует результаты с применением технологий анализа данных (статистического анализа), методов и алгоритмов МО

Знать
методологию экспериментальных исследований в машинном обучении: постановку гипотез, планирование опытов, контроль переменных, критерии валидности; основные типы задач машинного обучения и соответствующие им метрики качества; техники статистического анализа данных; способы измерения производительности моделей
Уметь
реализовывать и обучать модели машинного обучения с использованием библиотек; дообучать модели на новых данных, применять трансферное обучение и тонкую настройку; проводить статистический анализ данных для обоснования выбора методов и интерпретации результатов; оценивать качество моделей по комплексу метрик, сравнивать альтернативные подходы и выбирать оптимальное решение
Владеть
инструментами статистического анализа; средствами оценки качества; подходами к анализу ошибок; инструментами визуализации

ПК-26: Способен применять статистические методы для анализа данных, валидации моделей машинного обучения и проведения экспериментов в области ИИ (MF-4)

ПК-26.1. Применяет статистические методы анализа и машинного обучения для решения задач анализа данных и проведения экспериментов на данных

Знать
роль статистических методов в анализе данных и машинном обучении; основные подходы к планированию экспериментов (выборка, контроль, валидация); принципы сочетания статистических методов с алгоритмами машинного обучения
Уметь
применять статистические методы для первичного анализа данных (описание, выявление связей); использовать методы машинного обучения в экспериментальных исследованиях; интерпретировать результаты статистического анализа при обосновании выбора моделей
Владеть
инструментарием статистического анализа в среде языка программирования; техниками интеграции статистических методов в протоколы ML-экспериментов; подходами к воспроизводимому документированию экспериментов на данных

ПК-26.2. Способен применять статистические методы для оценки качества моделей ИИ, включая метрики и критерии для регрессии, классификации и кластеризации, а также для проведения статистических тестов для сравнения моделей

Знать
назначение метрик качества для задач регрессии, классификации и кластеризации; статистические критерии для сравнения моделей по качеству; способы построения доверительных интервалов и проверки гипотез о различиях моделей
Уметь
выбирать метрики качества в зависимости от типа задачи и характеристик данных; применять статистические тесты для обоснованного сравнения нескольких моделей ИИ; интерпретировать результаты оценки качества и статистической значимости различий
Владеть
инструментами расчёта метрик качества для разных типов задач; методами статистического сравнения моделей (парные и множественные сравнения); техниками визуализации результатов оценки качества

ПК-28: Способен применять автоматическое машинное обучение (ML-7)

ПК-28.1. Способен применять автоматическое машинное обучение

Знать
понятие автоматического машинного обучения (AutoML) и его основные этапы; методы автоматического выбора признаков, алгоритмов и настройки гиперпараметров; ограничения AutoML (вычислительные затраты, интерпретируемость, риск переобучения)
Уметь
формулировать задачу машинного обучения для её автоматического решения средствами AutoML; применять доступные инструменты AutoML для поиска оптимальных моделей и конвейеров; анализировать и интерпретировать результаты AutoML в сравнении с ручной настройкой
Владеть
инструментальными средствами автоматической настройки гиперпараметров; техниками интеграции AutoML в общий процесс разработки ML-решений; методами оценки эффективности AutoML (соотношение качества и затрат времени)

ПК-28.2. Оценивает результативность применения методов повышения устойчивости, надежности, безопасности алгоритмов автоматического ML в задачах ИИ на основе сопоставления с аналогами

Знать
методы повышения устойчивости и надёжности моделей (регуляризация, контроль переобучения, аугментация); подходы к обеспечению безопасности автоматического ML (защита от атак на данные, мониторинг дрейфа); критерии оценки результативности методов повышения устойчивости
Уметь
проводить эксперименты по оценке устойчивости AutoML-решений к изменениям данных (шум, выбросы, дрейф); сравнивать альтернативные методы повышения надёжности автоматических пайплайнов; обосновывать выбор наиболее результативного метода для конкретной задачи ИИ на основе сопоставления с аналогами
Владеть
методами стресс-тестирования автоматически сгенерированных пайплайнов; инструментами сравнения методов повышения устойчивости и надёжности; техниками документирования компромиссов между надёжностью и точностью моделей

ПК-29: Способен применять алгоритмы обучения на нестандартных объемах данных (ML-8)

ПК-29.1. Обосновывает способы и варианты применения алгоритмов обучения на нестандартных объемах данных в задачах ИИ, включая их преобразование и адаптацию к специфике задачи

Знать
типы нестандартных объёмов данных (малые выборки, большие данные, дисбаланс классов, высокая размерность); методы адаптации алгоритмов (регуляризация, синтез данных, понижение размерности); критерии выбора алгоритмов в зависимости от объёма и структуры данных
Уметь
анализировать объём, размерность и характеристики данных для выявления нестандартных свойств; обосновывать выбор алгоритмов и способов преобразования данных для задач с малым объёмом выборки или высокой размерностью; адаптировать стандартные алгоритмы машинного обучения к специфике нестандартных данных
Владеть
методами предобработки и преобразования данных для работы с нестандартными объёмами; техниками синтеза и ресемплинга данных для коррекции дисбаланса и увеличения эффективной выборки; подходами к валидации моделей в условиях малых выборок или высокой размерности

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	Основные типы задач машинного обучения и соответствующие им метрики качества; принципы экспериментальной работы с данными; математические основы и области применимости классических и современных алгоритмов машинного обучения; методы статистического анализа и визуализации результатов экспериментов
3.2	**Уметь:**
3.2.1	Формулировать проверяемые гипотезы и планировать эксперименты с моделями ИИ; подготавливать и преобразовывать данные, обучать и дообучать модели, интерпретировать их предсказания; оценивать качество моделей по комплексу метрик, анализировать ошибки и выявлять причины низкой точности; визуализировать данные и результаты экспериментов
3.3	**Владеть:**
3.3.1	Владеть инструментами Python для обработки данных, машинного обучения и визуализации; техниками предобработки, отбора признаков, настройки гиперпараметров и масштабирования экспериментов; средствами воспроизводимости и оркестрации экспериментов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Раздел 1					
1.1	Введение в машинное обучение. /Тема/	6	0			

1.2	Введение в машинное обучение. /Лек/	6	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В	Л2.1	
1.3	Объекты и признаки. /Ср/	6	2	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В		
1.4	Статистические (байесовские) методы классификации. /Тема/	6	0			
1.5	Статистические (байесовские) методы классификации. /Лек/	6	8	ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В	Л1.2 Л1.1	
1.6	Метод k-Nearest Neighbors. Решающие деревья, случайный лес, градиент-ный бустинг /Лаб/	6	4	ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З		
1.7	Метод k-Nearest Neighbors. Решающие деревья, случайный лес, градиент-ный бустинг /Пр/	6	4	ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З		
1.8	Байесовская классификация. Искусственные нейронные сети /Ср/	6	3	ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		
1.9	Метрические методы классификации. /Тема/	6	0			
1.10	Метрические методы классификации. /Лек/	6	4	ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.2 Л1.1	
1.11	Метрики бинарной классификации, классифи-каторы Байеса. Снижение размерности набора данных, методы. /Лаб/	6	4	ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		

1.12	Метрики бинарной классификации, классификаторы Байеса. Снижение размерности набора данных, методы /Пр/	6	4	ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		
1.13	Линейно разделимая выборка. Экспертные системы /Ср/	6	3	ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В		
1.14	Линейные методы классификации. /Тема/	6	0			

1.15	Линейные методы классификации. /Лек/	6	10	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.2 Л1.1	

1.16	Метод опорных векторов SVM. Решение NLP задач /Лаб/	6	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		

1.17	Метод опорных векторов SVM. Решение NLP задач /Пр/	6	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		

1.18	Метод опорных векторов. ЕМ-алгоритм. Обучение с помощью ЕМ-алгоритма для распределения Стьюдента /Ср/	6	3	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		
1.19	Методы регрессионного анализа. /Тема/	6	0			

1.20	Методы регрессионного анализа. /Лек/	6	6	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В	Л1.2 Л1.1	

1.21	Ансамблевые модели: badding, boosting, stacking. Подходы к построению рекомендательных систем /Лаб/	6	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		

1.22	Ансамблевые модели: badding, boosting, stacking. Подходы к построению рекомендательных систем /Пр/	6	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		

1.23	Решающие деревья и их ансамбли. Графические модели. /Ср/	6	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		
1.24	Контроль /Тема/	6	0			

1.25	Экзамен /Экзамен/	6	26,65	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		

1.26	Экзамен /ИКР/	6	0,35	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		

1.27	Экзамен /Кнс/	6	2	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В ПК-3.1-З ПК-3.1-У ПК-3.1-В ПК-7.1-З ПК-7.1-У ПК-7.1-В ПК-11.1-З ПК-11.1-У ПК-11.1-В ПК-11.2-З ПК-11.2-У ПК-11.2-В ПК-11.3-З ПК-11.3-У ПК-11.3-В ПК-12.1-З ПК-12.1-У ПК-12.1-В ПК-12.2-З ПК-12.2-У ПК-12.2-В ПК-12.3-З ПК-12.3-У ПК-12.3-В ПК-13.1-З ПК-13.1-У ПК-13.1-В ПК-13.2-З ПК-13.2-У ПК-13.2-В ПК-13.3-З ПК-13.3-У ПК-13.3-В ПК-18.1-З ПК-18.1-У ПК-18.1-В ПК-18.2-З ПК-18.2-У ПК-18.2-В ПК-22.1-З ПК-22.1-У ПК-22.1-В ПК-22.2-З ПК-22.2-У ПК-22.2-В ПК-17.1-З ПК-17.1-У ПК-17.1-В		

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Машинное обучение»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л1.1	Крутиков В. И., Мешечкин В. В.	Анализ данных	Кемерово: КемГУ, 2014, 138 с.	978-5-8353-1770-7, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61396
Л1.2	Осипов Г.С.	Методы искусственного интеллекта	М.: Физматлит, 2011, 295 с	978-5-9221-1323-6, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л2.1	Воскобойников Ю.Е.	Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad : учеб. пособие	СПб.: Лань, 2011, 224с.; +CD-ROM	978-5-8114-1096-5, 1

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Deductor Academic	Свободное ПО
Loginom Academic	Свободное ПО
PyCharm Community	Свободное ПО
Интерпретатор Python	Свободное ПО
Python	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	128 учебно-административный корпус. учебная аудитория для прове-дения учебных занятий Специализированная мебель (24 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, мультимедиа проектор (Ben-Q), 1 экран, звуковые колонки. ПК: AMD A10-6700/8Gb – 10 шт., AMD A10 PRO-7800B/8Gb – 4 шт., Intel i3-2120/8Gb – 1 шт., Intel 2 Duo E7200/6Gb – 1 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	155 учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (24 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, интерактивная доска, мультимедиа проектор (Toshiba), звуковые колонки. ПК: Intel i5-3470/8Gb – 12 шт., Intel i5-2400/8Gb – 2 шт., Intel 2 Duo E7200/4Gb – 2 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-бразовательную среду РГРТУ
3	157 а учебно-административный корпус . учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (12 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, мультимедиа проектор (ACER), 1 экран, звуковые колонки. ПК: Intel i5-4590S/16Gb – 11 шт., Intel i3 550/4Gb – 1 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
4	204 а учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 40 посадочных мест Специализированная мебель ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ Проектор Epson Доска маркерная, экран.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1 Указания в рамках лекций
Во время лекции студент должен вести краткий конспект.
Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.
Обучающимся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

2 Указания в рамках лабораторных занятий
Для успешного и своевременного выполнения заданий на самостоятельную работу требуется систематическое изучение теоретического материала по учебнику и конспекту в ходе подготовки к лабораторному занятию.
В процессе лабораторного практикума рекомендуется использовать интерпретатор языка программирования Python, который желательно инсталлировать на домашнем ком-пьютере. Для установки программного обеспечения необходимо использовать только офи-циальные репозитории.
Перед выполнением лабораторного занятия необходимо внимательно ознакомиться с учебным материалом и заданием на самостоятельную работу. Желательно до занятия за-ранее выполнить подготовку проекта в интерпретаторе языка программирования Python, чтобы на лабораторном занятии осталось время для сдачи отчета.
Перед сдачей отчета рекомендуется ознакомиться со списком вопросов изучаемой темы и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу. Таким образом, можно сэкономить свое время и время преподавателя.
Кроме чтения учебной литературы из обязательного списка рекомендуется активно использовать информационные ресурсы сети Интернет по изучаемой теме. Ответы на многие вопросы, связанные с программированием и работой в интерпретаторе языка про-граммирования Python, можно получить в сети Интернет, посещая соответствующие ин-формационные ресурсы.

3 Указания в рамках подготовки к промежуточной аттестации
При подготовке к зачету в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий, слайдов и другого раздаточного материала предусмотренного рабочей программой дисциплины, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей рабочей программе.

4 Указания в рамках самостоятельной работы студентов
Самостоятельная работа студентов по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения самостоятельной работы студентов готовятся преподавателем и выдаются студентам в виде раздаточных материалов или оформляются в виде электронного ресурса используемого в рамках системы дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ».
Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:
- закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;
- углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;
- освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний.

5 Рекомендации по работе с литературой
Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучается дополнительная рекомендованная литература. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке, с использованием доступной электронной библиотечной системы или с помощью сети Интернет (источники, которые могут быть использованы без нарушения авторских прав).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Корячко Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой САПР	**08.10.26** 16:19 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Корячко Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой САПР	**08.10.26** 16:19 (MSK)	Простая подпись