

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.02.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тестирование и верификация систем с ИИ-компонентами

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
09.03.04 Программная инженерия

направленность (профиль)
Программная инженерия с применением ИИ-технологий

Форма обучения: заочная

Год набора: 2024

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	6	6
Лабораторные		
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	6,25	6,25
Самостоятельная работа	170	170
Контроль	3,75	3,75
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

Доцент института цифровых технологий, канд. пед. наук, Ерофеева Е.А.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

09.03.04 Программная инженерия

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2031 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании института цифровых технологий

(протокол заседания № 1 от «05» сентября 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у обучающихся профессиональных компетенций в области проектирования тестовых сценариев, разработки тестовых случаев, проверки работоспособности программного обеспечения и применения методов тестирования и верификации, включая специфические подходы к оценке качества систем с ИИ-компонентами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Объектно-ориентированное программирование, Управление требованиями к программному обеспечению, Машинное обучение и глубокий анализ данных

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Тестирование программного обеспечения, Разработка веб-сервисов с интеграцией искусственного интеллекта, Практикум по машинному обучению и анализу данных.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3. Способен проектировать тестовые сценарии и проводить проверку работоспособности программного обеспечения	ПК-3.1. Знает виды тестирования программного кода	Знать: уровни тестирования (модульное, интеграционное, системное); виды тестирования (функциональное, нагрузочное, регрессионное, приемочное). Уметь: выбирать виды тестирования для разных этапов проекта. Владеть: терминологией в области тестирования ПО.
	ПК-3.2. Умеет выполнять проверку работоспособности программного обеспечения	Знать: критерии качества ПО и приемочные критерии. Уметь: разрабатывать тестовые случаи (test cases) и тестовые сценарии. Владеть: навыками ручного тестирования и работы с баг-трекингowymi системами.
	ПК-3.3. Владеет навыками создания тестовых сценариев и использования их для проверки работоспособности программного обеспечения	Знать: техники тест-дизайна (классы эквивалентности, анализ граничных значений). Уметь: автоматизировать тестовые сценарии. Владеть: навыками работы с фреймворками для автоматизированного тестирования.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Основы тестирования и специфика ИИ- компонентов	Лек 1	Тема 1. Роль тестирования в жизненном цикле разработки ПО.	6	2		—	
	Ср	Тема 2. Особенности тестирования систем с ИИ-компонентами	6	6		—	
	Ср	ПР1. Анализ баг-репортов и дефектов.	6	6	4	—	Отчет по практической работе 1
	Ср	ПР2. Простейшие проверки поведения модели (seed, воспроизводимость)..	6	6	4	—	Отчет по практической работе 2
Модуль 2. Виды и уровни тестирования ПО и ИИ	Лек 2	Тема 3. Модульное тестирование.	6	2		—	
	Ср	Тема 4. Интеграционное тестирование.	6	6			
	Ср	Тема 5. Системное и приёмочное тестирование.	6	6			
	Ср	Тема 6. Функциональное, регрессионное, приёмочное тестирование.	6	6		—	
	Ср	Тема 7. Метрики качества ПО	6	6		—	
	Ср	Тема 8. Метрики качества моделей ИИ: accuracy, precision, recall, F1, ROC-AUC.	6	6		—	
	Ср	ПР3. Написание модульных тестов.	6	6	4	—	Отчет по практической работе 3

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	ПР4. Проектирование интеграционных тестов.	6	6	4	—	Отчет по практической работе 4
	Ср	ПР5. Расчёт метрик качества модели	6	6	4	—	Отчет по практической работе 5
	Ср	ПР6. Анализ ошибок модели (confusion matrix)	6	6	4	—	Отчет по практической работе 6
Модуль 3. Тест-дизайн и документация для тестирования ИИ	Лек 3	Тема 9 Классы эквивалентности и граничные значения.	6	2		—	
	Ср	Тема 10. Решётки, комбинаторное тестирование.	6	6		—	
	Ср	Тема 11. Тестовые сценарии и тест-кейсы.	6	6		—	
	Ср	Тема 12. Документы тестирования: чек-листы, отчёты, планы.	6	6		—	
	Ср	ПР7. Создание тестовых сценариев для ПО	6	6	4	—	Отчет по практической работе 7
	Ср	ПР8. Построение тест-кейсов для ML-моделей	6	6	4	—	Отчет по практической работе 8
	Ср	ПР9. Проектирование тестовой документации	6	6	4	—	Отчет по практической работе 9
	Ср	ПР10. Анализ edge-cases для моделей ИИ	6	6	4	—	Отчет по практической работе 10
Модуль 4. Автоматизация	Ср	Средства автоматизации тестирования ПО (Postman, pytest и др.).	6	6		—	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
тестирования и интеграционное тестирование ИИ	Ср	Автоматизация тестирования ML-моделей (pytest + ML).	6	6		—	
	Ср	Верификация данных: пропуски, дубликаты, смещение данных.	6	6		—	
	Ср	Интеграция ИИ-компонентов в системы и типовые ошибки.	6	6		—	
	Ср	ПР11. Автоматизация тестирования API.	6	6	4	—	Отчет по практической работе 11
	Ср	ПР12. Автоматическая проверка качества данных.	6	6	4	—	Отчет по практической работе 12
	Ср	ПР13. Автоматизация unit-тестов моделей.	6	6	4	—	Отчет по практической работе 13
	Ср	ПР14. Проверка взаимодействия модели и сервера (end-to-end).	6	6	4	—	Отчет по практической работе 14
	Ср	ПР15. Интеграционное тестирование модели в веб-сервисе.	6	8	4		Отчет по практической работе 15
	ПА	Промежуточная аттестация	6	0,25		—	
	Контроль	зачет	6	3,75	40		Итоговый тест
Итого:				180	100		

Схема расчета итогового балла: по накопительному рейтингу
Текущий рейтинг + Результат итогового теста.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций, практических работ и самостоятельной работы обучающихся;
- технология проектного обучения: реализация и защита отчетов по практическим работам.

Технологии традиционного обучения - организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционных и практических формах обучения: объяснительно-иллюстративное обучение. Данная технология применяется во всех модулях курса.

Организация учебного процесса, которая предполагает активную позицию обучающихся при выполнении практических заданий, включает обсуждение результатов тестирования, разбор найденных дефектов, коллективный анализ поведения моделей и взаимную экспертизу отчетов по практическим работам.

На практических занятиях обучающиеся представляют результаты выполнения заданий, обосновывают выбранные методы тестирования и проводят мини-защиту выполненной работы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Обучающимся следует:

- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, учебную литературу, но и другие источники;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что решение задач проводится по рассмотренному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться обучающимся на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если обучающийся видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

6.2. Рекомендации по подготовке к зачёту

Подготовка к зачёту направлена на систематизацию, закрепление и обобщение знаний и практических навыков, полученных в ходе изучения дисциплины. Зачёт предполагает проверку сформированности элементов компетенции **ПК-3**, поэтому обучающимся рекомендуется уделить внимание как теории, так и выполненным практическим заданиям.

При подготовке к зачёту обучающемуся рекомендуется:

- повторить ключевые теоретические темы, изученные на лекциях: виды и уровни тестирования, методы тест-дизайна, особенности проверки корректности моделей ИИ, подходы к верификации данных;
- проанализировать выполненные практические работы, обратить внимание на корректность оформления тестовых сценариев, отчётов и вычисление метрик качества;
- пересмотреть примеры, связанные с анализом ошибок моделей и интерпретацией результатов тестирования;
- систематизировать знания по автоматизации тестирования и основам интеграционного тестирования ИИ-компонентов.

Рекомендуется осуществлять подготовку к зачёту последовательно в течение семестра: выполнять практические задания, анализировать результаты тестирования, участвовать в обсуждениях на занятиях. Такая работа обеспечивает глубокое понимание содержания дисциплины и успешное прохождение зачёта.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ПК-3	Тестовые задания 1-450 Вопросы к экзамену 1-80 Отчеты по практическим работам 1-15

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Типовые тестовые материалы

(наименование оценочного средства)

Типовые примеры заданий

1. Какова основная цель модульного тестирования?

- А. Оценка производительности всей системы
- В. Проверка корректности работы отдельных функций или классов
- С. Определение удобства пользовательского интерфейса
- Д. Измерение нагрузки на сервер

Правильный ответ: В

2. Какая особенность отличает тестирование ИИ-моделей от тестирования традиционного ПО?

- А. Отсутствие необходимости в данных
- В. Наличие вероятностного характера результатов
- С. Невозможность воспроизвести ошибки

D. Полное отсутствие ошибок

Правильный ответ: В

3. Какой подход относится к техникам тест-дизайна?

A. Декомпозиция архитектуры

B. Классы эквивалентности

C. Моделирование данных

D. Линеаризация параметров

Правильный ответ: В

4. Какая метрика качества ML-модели показывает долю правильно классифицированных объектов?

A. Precision

B. Recall

C. Accuracy

D. F1-score

Правильный ответ: С

5. Какой документ описывает последовательность действий для проверки конкретной функции?

A. Чек-лист

B. User story

C. Тест-кейс

D. Техническое задание

Правильный ответ: С

6. Что означает термин «регрессионное тестирование»?

A. Проверка только новых функций

B. Проверка влияния изменений на уже работающий функционал

C. Проверка системы под большой нагрузкой

D. Проверка соответствия требованиям безопасности

Правильный ответ: В

7. Что является основой для формирования confusion matrix?

A. Анализ исходного кода

B. Формирование набора параметров модели

C. Сравнение реальных и предсказанных классов

D. Оценка времени исполнения

Правильный ответ: С

8. Какая техника используется для покрытия комбинаций входных данных?

A. Тестирование по аналогии

B. Комбинаторное тестирование

C. Мониторинг логов

D. Ревью требований

Правильный ответ: В

9. Что является признаком несбалансированного датасета?

A. Равномерное распределение классов

B. Преобладание одного класса над другими

C. Полное отсутствие пропусков

D. Случайное распределение данных

Правильный ответ: B

10. Какая метрика особенно важна при тестировании медицинских ИИ-систем, где важнее минимизировать пропуски положительных случаев?

A. Precision

B. Recall

C. Accuracy

D. MAE

Правильный ответ: B

11. Что проверяет интеграционное тестирование?

A. Отдельные функции модуля

B. Корректность взаимодействия нескольких модулей

C. Внешний интерфейс пользователя

D. Производительность всей системы

Правильный ответ: B

12. Какой инструмент используется для автоматизированного тестирования API?

A. Figma

B. Postman

C. Excel

D. PowerPoint

Правильный ответ: B

13. Какая проблема чаще всего возникает при тестировании ИИ-моделей?

A. Недостаток вычислительных ресурсов

B. Невозможность написать документацию

C. Ошибки, связанные с качеством данных

D. Отсутствие программных инструментов

Правильный ответ: C

14. Какой тип тестирования применяется для оценки поведения системы глазами конечного пользователя?

A. Unit-тестирование

B. End-to-end тестирование

C. Регрессионное тестирование

D. Нагрузочное тестирование

Правильный ответ: B

15. Что является результатом верификации данных?

A. Проектирование архитектуры ПО

B. Подтверждение качества, полноты и корректности данных

C. Развёртывание модели в продакшене

D. Оптимизация гиперпараметров модели

Правильный ответ: B

Критерии оценки за пройденный тест:

40 баллов выставляется обучающемуся, если он ответил правильно на все вопросы рандомной выборки 30 тестовых заданий;

0-39 баллов выставляется обучающемуся в зависимости от количества верных ответов

7.2.2. Пример практической работы

Практическая работа 1. Анализ баг-репортов и дефектов

Цель работы: изучение классификации дефектов программного обеспечения, структуры баг-репорта, принципов обнаружения и описания ошибок; получение навыков анализа предоставленных дефектов, выделения ключевых признаков, формулирования корректного описания проблемы и построения минимально воспроизводимого примера (MRE).

Задание:

1. Ознакомьтесь с базовыми понятиями:

- дефект (bug), ошибка, сбой, отказ;
- приоритет и серьёзность дефектов;
- структура баг-репорта (title, steps to reproduce, expected result, actual result, environment, attachments);
- критерии качественного дефекта.

Изучите краткие примеры корректных и некорректных баг-репортов (предоставлены преподавателем).

2. Проанализируйте предложенный набор баг-репортов.

Вам предоставлено **10 баг-репортов** (фрагменты, имитирующие реальные задачи из трекеров Jira/YouTrack).

Необходимо:

- классифицировать каждый дефект по типу (логический, функциональный, интерфейсный, производительности, безопасности, данные и т.д.);
- определить **severity** (тяжесть) и **priority** (приоритет) дефекта;
- указать, являются ли предоставленные данные достаточными для воспроизведения ошибки;
- выявить недостающие элементы описания (при наличии).

3. Выберите 2 некорректных баг-репорта и выполните их переработку.

Для каждого переработанного дефекта укажите:

- корректный заголовок (title);
- шаги воспроизведения (steps to reproduce), оформленные в нумерованном виде;
- ожидаемый результат;
- фактический результат;
- информацию о тестовом окружении;
- прикрепляемые материалы (скриншоты, логи, входные данные — при необходимости).

4. Составьте собственный баг-репорт на основе предоставленного преподавателем сценария.

Преподаватель выдаёт небольшой фрагмент ПО / веб-страницы / логики алгоритма. Обучающийся должен:

- провести ручное тестирование;
- выявить хотя бы один дефект;
- оформить баг-репорт в соответствии с требованиями.

5. Выполните сопоставление типов ошибок и программных артефактов.

Заполните таблицу:

Тип дефекта	Где обнаружен	Связанный артефакт	Возможная причина

6. Заполните отчёт, включающий следующую структуру:

- Название работы
- Цель работы
- Краткое описание понятий “дефект”, “ошибка”, “сбой”, “severity”, “priority”
- Описание принципов качественного оформления баг-репорта
- Анализ предложенных баг-репортов (классификация, severity/priority, выявление проблем)
- Переработанные баг-репорты (2 шт.)
- Собственные баг-репорты (2 шт.)
- Таблица сопоставления типов ошибок и артефактов
- Выводы (не менее 5 пунктов)

Требования к оформлению

Отчет должен содержать подробное описание (включая иллюстрации). Отчёт по практическому занятию выполняется на страницах формата А4 в электронном виде.

При оформлении отчёта используется сквозная нумерация страниц, считая титульный лист первой страницей. Номер страницы на титульном листе не ставится. Номера страницы ставятся по центру сверху.

При оформлении отчёта соблюдать следующие требования:

- Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный.
- Для основного текста: нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине.
- Во всех случаях тип шрифта – Times New Roman, отступ абзаца 1.25 см, полуторный межстрочный интервал.
- Поля: левое – 2 см, правое, верхнее и нижнее – 1 см.

Процедура оценивания

Оценка выполненной практической работы проводится по следующим критериям:

1. Наличие всей существенной информации по работе
2. Точность и полнота предоставляемых сведений
3. Непротиворечивость приводимой информации
4. Правильность интерпретаций и выводов, которые сделаны по результатам работы
5. Степень достижения обучающимся поставленной цели
6. Обоснованность применяемого решения
7. Грамотность (содержательная) используемых формулировок

Критерии оценки за отчеты по практическим работам:

Формы текущего контроля	Критерии и нормы оценки
Отчеты по практическим работам 1 - 15	4 баллов – задание выполнено в полном объеме без замечаний 3 балла – задание выполнено в объеме 70% 2 балла - задание выполнено в объеме менее 50% 1 балл – задание выполнено в объеме менее 50% 0 баллов – задание не выполнено.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации**

Семестр _____ 7 _____

№	Вопросы к зачету
1.	Понятие дефекта, ошибки и сбоя: в чём различие?
2.	Роль тестирования в жизненном цикле разработки программного обеспечения.
3.	Особенности тестирования систем с ИИ-компонентами.
4.	Понятие «качество программного обеспечения» и его ключевые характеристики.
5.	Тяжесть (severity) и приоритет (priority): определения, различия и примеры.
6.	Структура баг-репорта: основные обязательные элементы.
7.	Критерии качественного оформления дефектов в баг-трекере.
8.	Источники возникновения ошибок в ПО и ИИ-системах.
9.	Ручное тестирование: цели, задачи, применимость.
10.	Принципы воспроизводимости дефектов в ИИ-моделях.
11.	Модульное тестирование: цели, преимущества, применимость.
12.	Интеграционное тестирование: задачи и типичные ошибки интеграции.
13.	Функциональное тестирование: сущность и методы проведения.
14.	Регрессионное тестирование: цели и примеры использования.
15.	Приёмочное тестирование: особенности и критерии успешности.
16.	Метрики качества программного обеспечения (основные группы).
17.	Понятие accuracy, precision, recall и их назначение.
18.	Конфузионная матрица: структура и значение.
19.	Метрики устойчивости ИИ-модели: необходимость и способы оценивания.
20.	Особенности тестирования вероятностных моделей.

№	Вопросы к зачету
21.	Классы эквивалентности: принцип и область применения.
22.	Анализ граничных значений: сущность метода.
23.	Комбинаторное тестирование: назначение и примеры.
24.	Тест-кейс: структура и требования к оформлению.
25.	Чек-лист: особенности, преимущества и ограничения.
26.	План тестирования: содержание и этапы подготовки.
27.	Подходы к созданию сценариев тестирования для ML-моделей.
28.	Источники ошибок в данных (data issues) и их влияние на модели.
29.	Методы выявления пропусков, выбросов и несбалансированности данных.
30.	Требования к отчёту по тестированию: структура и содержание.
31.	Средства автоматизации тестирования: основные виды и примеры.
32.	Автоматизация API-тестирования: принципы, инструменты и преимущества.
33.	Автоматизация тестирования моделей ML: особенности и подходы.
34.	CI/CD при тестировании ИИ-компонентов: назначение и основные этапы.
35.	Проблемы воспроизводимости результатов модели в автоматизированных пайплайнах.
36.	Особенности интеграции ИИ-компонента в программную систему.
37.	Точки отказа при взаимодействии ИИ и серверной части.
38.	Методы тестирования end-to-end: определение и примеры.
39.	Риск-ориентированное тестирование: сущность и применения в ИИ-системах.
40.	Проблемы интерпретируемости моделей и их роль в процессе верификации.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	Зачет (по накопительному рейтингу)	«зачтено»	рейтинговый балл 55-100
		«не зачтено»	рейтинговый 0-54

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Игнатьев, А. В.	Тестирование программного обеспечения : учебное пособие для вузов / А. В. Игнатьев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 56 с. — ISBN 978-5-507-50858-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/481331 (дата обращения: 28.11.2025).	учебное пособие	2025	ЭБС «Лань»
2.	Турнецкая, Е. Л.	Тестирование и контроль качества программного обеспечения : учебное пособие / Е. Л. Турнецкая, А. В. Аграновский, А. А. Сенцов. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2023. — 118 с. — ISBN 978-5-8088-1891-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/461498 (дата обращения: 28.11.2025)	учебное пособие	2023	ЭБС «Лань»
3.	Ю. А. Антохина, М. Л. Кричевский, Ю. А. Мартынова, А. А. Оводенко	Искусственный интеллект. Инноватика : учебное пособие / Ю. А. Антохина, М. Л. Кричевский, Ю. А. Мартынова, А. А. Оводенко. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2023. — 320 с. — ISBN 978-5-8088-1830-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/341003 (дата обращения: 28.11.2025).	учебное пособие	2023	ЭБС «Лань»
4.	Баланов, А. Н.	Машинное обучение и искусственный интеллект : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 2-е	Учебное пособие	2025	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 172 с. — ISBN 978-5-507-52891-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/462248 (дата обращения: 28.11.2025).			
5.	Маран, М. М.	Маран, М. М. Программная инженерия : Учебное пособие для вузов / М. М. Маран. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-9323-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/189470 (дата обращения: 28.11.2025).	Учебное пособие	2022	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Бубнов, А. А.	Бубнов, А. А. Тестирование программного обеспечения : учебное пособие / А. А. Бубнов, С. А. Бубнов, В. В. Тишкина. — Рязань : РГРТУ, 2024. — 164 с. — ISBN 978-5-7722-0421-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/494540 (дата обращения: 28.11.2025).	учебное пособие	2024	ЭБС «IPRbooks»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
2.	Турнецкая, Е. Л.	Турнецкая, Е. Л. Программная инженерия. Тестирование и контроль качества программного обеспечения : учебное пособие для вузов / Е. Л. Турнецкая, А. В. Аграновский. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 172 с. — ISBN 978-5-507-51677-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/455672 (дата обращения: 28.11.2025).	учебное пособие	2025	ЭБС «IPRbooks»
3.	Романов, Е. Л.	Романов, Е. Л. Программная инженерия : учебное пособие / Е. Л. Романов. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 395 с. — ISBN 978-5-7782-3455-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118221 (дата обращения: 28.11.2025).	учебное пособие	2017	ЭБС «IPRbooks»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ пп	Наименование	Ссылка
1	Springer Nature (Полнотекстовая коллекция журналов)	https://www.springernature.com/gp/products
2	Springer eBooks (Полнотекстовая коллекция электронных книг издательства Springer Nature)	https://link.springer.com/
3	«Кодекс»	https://kodeks.ru/
4	ELIBRARY.RU (электронная библиотека научных публикаций)	http://elibrary.ru
5	"Гарант"	https://www.garant.ru/
6	"КонсультантПлюс"	https://www.consultant.ru/
7	Техэксперт	https://cntd.ru/

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Python 3.x	Лицензия: Python Software Foundation License (свободное ПО)
2	PyTest (framework для автоматизации тестирования)	Лицензия: MIT License (свободное ПО)
3	Postman (инструмент для тестирования API)	Бесплатная версия для образовательного и личного использования
4	Jupyter Notebook / JupyterLab	Лицензия: BSD License (свободное ПО)
5	Scikit-learn (библиотека ML для расчёта метрик)	Лицензия: BSD License
6	Pandas / NumPy	Лицензия: BSD License
7	Git	Лицензия: GNU General Public License (GPL, свободное ПО)
8	GitHub (web-интерфейс)	Бесплатный доступ для образовательного использования (Free tier)
9	VS Code (редактор кода)	Лицензия: MIT License (бесплатно)
10	Selenium (по необходимости)	Лицензия: Apache License 2.0
11	Ubuntu 22.04 / 24.04 LTS	Лицензия: GNU General Public License (GPL, свободное ПО)

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-401).	Компьютер (монитор 19", системный блок Pentium (R) Dual-Core E5500 2,8 GHz / 4 Gb / 500 Gb), столы ученические, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (меловая).
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (УЛК-105).	Столы, стулья, стеллажи (в т.ч. выставочные) с книгами, компьютеры, мобильные рабочие места.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (УЛК-406).	Столы компьютерные, стулья, микрокомпьютеры raspberry pi 32 bit.