

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

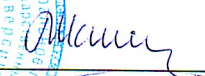
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра компьютерных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕСТИРОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Укрупненная группа направлений
подготовки

Программа высшего образования

Направление подготовки

Профиль подготовки

Квалификация

Форма обучения

09.00.00 Информатика и вычислительная
техника

Программа бакалавриата

09.03.01 Информатика и вычислительная
техника

Информатика и вычислительная техника

Бакалавр

Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Тестирование и внедрение программного обеспечения» для обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (Профиль подготовки: Информатика и вычислительная техника), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 929 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры
компьютерных технологий



В.Е. Бодряга

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры компьютерных технологий.
Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой



Г.В. Аверин

СОГЛАСОВАНО:

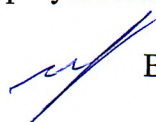
Декан физико-технического факультета
28.03.2024 г.



С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.
Протокол от 27.03.2024 г. № 2

Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р технических наук, проф.
26.03.2024 г.



Г.В. Аверин

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Основы программирования, Программирование, Технологии разработки программного обеспечения.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Методы и средства проектирования автоматизированных систем, Защита информации, Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная), Производственная практика: преддипломная практика (обязательная), подготовка курсовых и дипломной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	09.03.01 Информатика и вычислительная техника (Бакалавриат)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.10 Тестирование и внедрение программного обеспечения
Часть образовательной программы	Вариативная часть (выбор вуза)
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	всего	
Очная	3	6	16	32	–	21,1	72	зачет
Заочная	3	6	2	6	–	63,1	72	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучить студентов основам тестирования и способам обеспечения качества разработанного программного обеспечения, сформировать представление об основных проблемах разработки, внедрения, проверки, документирования тест-кейсов, о процессах обеспечения качества и тестирования.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1 Способен анализировать требования к программному обеспечению	ПК-1. Анализ требований к программному обеспечению	ПК-1.1. Знает: возможности существующей программно-технической архитектуры; возможности современных и перспективных средств разработки программных продуктов, технических средств; методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования; методологии и технологии проектирования и использования баз данных.
		ПК-1.2. Умеет: проводить анализ исполнения требований; вырабатывать варианты реализации требований; проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.
		ПК-1.3. Владеет: навыками анализа возможностей реализации требований к программному обеспечению; оценки времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению; согласования требований к программному обеспечению с заинтересованными сторонами; оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.
ПК-2 Способен проектировать программное обеспечение	ПК-2. Проектирование программного обеспечения	ПК-2.1. Знает: принципы построения архитектуры программного обеспечения и виды архитектуры программного обеспечения; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения; методы и средства проектирования программного обеспечения; методы и средства проектирования баз данных; методы и средства проектирования программных интерфейсов.
		ПК-2.2. Умеет: использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения; применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов; осуществлять коммуникации с заинтересованными сторонами.
		ПК-2.3. Владеет: навыками разработки, изменения и согласования архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения;

		проектирования структур данных; проектирование баз данных; проектирования программных интерфейсов; оценки и согласования сроков выполнения поставленных задач.
--	--	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основы тестирования	
Введение. Суть тестирования.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ведение в тестирование ПО. Ведение статистики ошибок 2. Основные понятия тестирования программного обеспечения (ПО). 3. Правила проведения тестирования. 4. История тестирования ПО. 5. Релиз – окончательная версия программы. 6. Стандарты управления проектами.
Процесс тестирования. Дефект. Жизненный цикл дефекта	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уровни тестирования. 2. Типы и виды тестирования. 3. Принципы тестирования. 4. Стратегии тестирования. 5. Классификация видов тестирования и жизненный цикл тестирования. 6. Тест-анализ. Тест-дизайн. Дефект. Функциональное тестирование. Нефункциональное и регрессионное тестирование. Понятие дефекта. Жизненный цикл дефекта. Описание дефекта. Способы поиска дефекта. Виды дефектов. Системы учета дефектов
Документирование тестирования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение тест-кейсов. 2. Структура тест-кейса. Тест-кейсы, управляемые данными. 3. Поддерживаемость тест-кейса. Количество идей, ожидаемых результатов в тест-кейсе. Проблемные тест-кейсы. 4. Состояния тест-кейса. Обзор тест-кейсов. Идеи для написания тест-кейсов. 5. Методология создания тест-кейсов. Тест-комплекты. 6. Методы генерирования тестов. Методы обзора тестов. Отчеты по тестированию.
Виды тестирования, применяющиеся на различных этапах разработки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Юнит-тестирование, модульное, интеграционное, системное,

	<p>инсталляционное, статическое, юзабилити-тестирование, функциональное, альфа-, бета-тестирование, регрессионное, нагрузочное, производительности и др.</p> <ol style="list-style-type: none"> Инструментальные средства поддержки тестирования. Позитивное, негативное и дымовое тестирование. Организация тестирования: схема действий. Методы проектирования тестов Виды нефункционального тестирования. Причины возникновения повторных ошибок. Правила проведения регрессионного тестирования. Основные ошибки, допускаемые при проведении регрессионного тестирования
Раздел 2. Процесс разработки тестов	
Процесс разработки ПО и тестирование	<ol style="list-style-type: none"> Пути появления ошибок на различных этапах разработки. Цикл тестирования ПО и его связь с процессом разработки ПО. Планирование тестирования. Исполнение тестирования. Работа с дефектами и оформление баг-репортов. Метрики процесса тестирования. Категории метрик. Цели сбора и подсчета метрик. Направления отслеживания процесса тестирования с помощью метрик. Риск-менеджмент в тестировании. Базы данных. Управление рисками.
Автоматизация тестирования	<ol style="list-style-type: none"> Автоматизированное тестирование. Цели автоматизации. Документация процесса тестирования. Плюсы и минусы автоматизации. Каким проектам противопоказана автоматизация. Правила отбора тестов на автоматизацию. Правила выбора инструментария. Оценка эффективности проведения автоматизации. Написание тест-плана, тест-кейсов, чек-листов, отчетов. Особенности тестирования API. Объекты, сообщения, интерфейсы.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Основы тестирования	12	20	–	11,1	43,1
Введение. Суть тестирования.	2	2	–	1,1	5,1
Процесс тестирования. Дефект. Жизненный цикл дефекта	2	4	–	2	8
Документирование тестирования	4	6	–	4	14
Виды тестирования, применяющиеся на различных этапах разработки	4	8	–	4	16
Раздел 2. Процесс разработки тестов	4	12	–	10	26
Процесс разработки ПО и тестирование	2	6	–	6	14
Автоматизация тестирования	2	6	–	4	12
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	16	32	–	21,1+2,9	72

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Основы тестирования	1,3	4	–	43,1	48,4
Введение. Суть тестирования.	0,2	1	–	3,1	4,3
Процесс тестирования. Дефект. Жизненный цикл дефекта	0,2	1	–	10	11,2
Документирование тестирования	0,4	1	–	10	11,4
Виды тестирования, применяющиеся на различных этапах разработки	0,5	1	–	20	21,5
Раздел 2. Процесс разработки тестов	0,7	2	–	20,9	23,6
Процесс разработки ПО и тестирование	0,4	1	–	10,4	11,4
Автоматизация тестирования	0,3	1	–	10,5	11,3
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	2	6	–	64	72

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. В чем различие тестирования и отладки?
2. С какого момента разработки должно включаться тестирование?
3. Что такое тестирование и для чего оно нужно?
4. Основные понятия тестирования.
5. Виды тестирования.
6. Что такое функциональное тестирование?
7. Выделение классов эквивалентности входных данных.
8. Статический анализ кода.
9. Модульное тестирование.

10. Регрессионное тестирование.
11. Тестирование удобства использования (юзабилити-тестирование).
12. Что такое повторное тестирование?
13. В чем различие между статическим и динамическим тестированием?
14. Что такое «Парадокс пестицида» в тестировании ПО?
15. Что такое регрессионное тестирование?
16. Чем отличается альфа-тестирование от бета-тестирования?
17. Какова структура тестового сценария?
18. Нарисуйте базовый процесс тестирования.
19. Что такое V-модель?

Раздел 2

20. Связь тестирования и качества разрабатываемого ПО.
21. Что является инструментарием тестировщика?
22. Автоматическое тестирование (что такое и когда оно нужно).
23. Обзор программ для автоматического тестирования.
24. Управление тестированием.
25. Разработайте набор тестов для функции вычисления наибольшего общего делителя двух положительных целых чисел: `int NOD(int a, int b)`.
26. Разработайте набор тестов для функции нахождения наибольшего из двух положительных целых чисел: `int MAX(int a, int b)`.
27. Вопрос: «Два тестовых примера принадлежат одному классу эквивалентности если: Варианты ответа (возможен выбор нескольких вариантов):
 - получен один и тот же результат;
 - получена одинаковая реакция системы;
 - они построены по одному тест-требованию;
 - от них ожидается получить одинаковую реакцию системы

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольная работа во втором семестре по проверке теоретических знаний – по всем изученным темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов. Проводится в форме тестирования по теме «Тестирование и внедрение программного обеспечения».

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на образовательной платформе ФГБОУ ВО «ДонГУ» дистанционного образования Электронный репозиторий Moodle по адресу: <http://dl.donnu.ru/course/view.php?id=192>. Вход доступен только зарегистрированным на ресурсе пользователям.

Примерный перечень вопросов на зачет с оценкой:

1. В чем различие тестирования и отладки?
2. Что такое функциональное тестирование?
3. Что такое повторное тестирование?
4. В чем различие тестирования методом белого и черного ящиков?
5. В чем различие между статическим и динамическим тестированием?
6. Что такое «Парадокс пестицида» в тестировании ПО?
7. Перечислите уровни тестирования.
8. Назовите основные принципы методики покрытия операторов.
9. Приведите пример цепи «Ошибка – Дефект - Отказ».

10. Чем отличается драйвер от заглушки в контексте тестирования?
11. Что такое регрессионное тестирование?
12. Назовите основные принципы методики покрытия ветвей.
13. Почему появляются дефекты?
14. Чем отличается альфа-тестирование от бета-тестирования?
15. Назовите основные принципы методики покрытия путей.
16. Что входит в задачи тестирования?
17. Какова структура тестового сценария?
18. Какие бывают модели независимости тестирования?
19. Нарисуйте базовый процесс тестирования.
20. Назовите основные принципы методики эквивалентного разбиения.
21. Назовите основные принципы методики анализа граничных значений.
22. Какие характеристики входят в модель качества ISO 9126?
23. Что такое V-модель?
24. Чем отличается валидация от верификации?
25. Перечислите инструменты статического тестирования.
26. Назовите основные принципы методики таблиц альтернатив.
27. Перечислите основные этапы автоматизированного тестирования.
28. Функциональное тестирование.
29. Тестирование методом белого и черного ящиков.
30. Статическое и динамическое тестирование.
31. Регрессионное тестирование.
32. Основные принципы методики эквивалентного разбиения.
33. Основные принципы методики анализа граничных значений.
34. Статическое тестирования.
35. Автоматизированное тестирование. Способы, возможности. Положительные и отрицательные стороны.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	25
2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	25
ИТОГО		70
Зачет		30
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м (пр. Театральный, 13) учебном корпусе университета.

Для проведения лекций требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской / сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбуком, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя.

Для проведения лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная маркерной доской или сенсорным экраном / мультимедийный проектор с экраном и ноутбук, персональные компьютеры, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в аудиториях Главного корпуса (ауд. 511, 605, 610).

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, материально-техническая база учебных лабораторий «Программного обеспечения общего назначения» (ауд. 419), «Специального программного обеспечения» (ауд. 415) и «Программного обеспечения систем искусственного интеллекта» (ауд. 413) кафедры компьютерных технологий.

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Орлов, С. А. Технологии разработки программного обеспечения : Разраб. слож. програм. систем / С. А. Орлов. - 3-е изд. - М. : Питер ; СПб. и др. : Питер Принт, 2004. – 526 с.
2. Канер, Сэм. Тестирование программного обеспечения : Фундам. концепции менеджмента бизнес-приложений / Сэм Канер, Джек Фолк, Енг Кек Нгуен. - М. и др. : DiaSoft, 2001. - 543 с.

11.2. Дополнительная литература

3. Орлов С.А. Программная инженерия. Учебник для вузов. 5-е издание обновленное и дополненное. Стандарт третьего поколения: Учебник для вузов, 2022, 640 с.
4. Макгрегор Джон, Сайкс Дэвид Тестирование объектно-ориентированного программного обеспечения М.: ДиаСофт, 2002. – 432 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).
 1. YSlow URL <http://yslow.org> Режим доступа: свободная лицензия. (дата обращения 16.07.2023 г.)
 2. GTMetrix URL: <https://gtmetrix.com/> Режим доступа: свободная лицензия. (дата обращения 16.04.2024 г.)
 3. WebPageTest, URL: <http://www.webpagetest.org/> Режим доступа: Свободная лицензия. (дата обращения 16.05.2024 г.)
 4. Browser Shots, URL: <http://browsershots.org/> Режим доступа: Свободная лицензия (дата обращения 16.04.2024 г.)