

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий



Кочевский А.А.

« 19 »

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Классические регуляторы систем автоматического управления»

по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

профиль подготовки «Информационные системы и технологии»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Классические регуляторы систем автоматического управления» по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии.– с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Классические регуляторы систем автоматического управления» составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 926 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 12 октября 2017 года № 48535, учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии (профиль «Информационные системы и технологии») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры информационных и управляющих систем
Горбунов А.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных и управляющих систем
18 апреля 2023 года, протокол № 15.

Заведующий кафедрой
информационных и управляющих систем _____  Горбунов А.И.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий _____  Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий
19 апреля 2023 года, протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____  Ветрова Н. Н.

© Горбунов А.И., 2023 год
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – овладение студентами систематизированными знаниями в области разработки и использования классических регуляторов для систем автоматического управления промышленными объектами различного назначения.

Задачи: подготовка студентов к умению выбирать классические регуляторы в зависимости от характеристик объекта управления, управляемого процесса, требований к качеству управления, а также приобретение практических навыков работы с ними

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Классические регуляторы систем автоматического управления» входит в блок ФТД Факультативные дисциплины части учебного плана.

Основывается на базе дисциплин: «Физика», «Информатика», «Математический анализ».

Является основой для написания выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Классические регуляторы систем автоматического управления» должны

знать: единицы измерения основных физических величин, используемых для контроля над технологическими процессами; теоретические основы принципов позиционного, пропорционального, интегрального и дифференциального управления; структурные схемы комбинированных регуляторов, методы их настройки и области применения.

уметь: выбирать типы классических регуляторов в зависимости от характеристик объекта управления и управляемого процесса; пользоваться методиками настройки комбинированных регуляторов с учетом требуемого качества управления;

владеть навыками: выбора и настройки типа классического регулятора и соответствующей структуры системы управления в зависимости от характеристик объекта управления и управляемого процесса.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы ОПОП ВО):

профессиональных

ПК-01.1 Знает виды и методы предпроектного обследования объекта автоматизации, типы и особенности архитектур информационных систем

ПК-01.2 Умеет проводить анализ объекта автоматизации, осуществлять оценку и выбор архитектуры разрабатываемой информационной системы

ПК-01.3 Имеет навыки разработки технического задания на создание информационной системы или технологии, разработки информационной системы и макетов пользовательского интерфейса

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	72 (2 з.е.)		72 (2 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	42		8
Лекции	14		2
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	-		-
Лабораторные работы	28		6
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Индивидуальное задание	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	30		64
Форма аттестации	Зачет		Зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 6

Тема 1. Введение в дисциплину. Общие понятия

Краткая история возникновения и развития кибернетики. Сфера кибернетики. Направления в кибернетике. Современный этап развития кибернетики в XX веке. Кибернетика в бывшем СССР. Краткая история возникновения и развития ТАУ. Этапы исторического развития ТАУ. Краткая история возникновения и развития САУ. Основные направления физической теории управления. Заключение

Тема 2. Позиционные регуляторы

Общие сведения о позиционных регуляторах. Двухпозиционные регуляторы. Зона гистерезиса двухпозиционных регуляторов. Процесс двухпозиционного регулирования. Виды и логика работы двухпозиционных регуляторов. Трехпозиционные регуляторы. Алгоритм работы трехпозиционных регуляторов. Процесс регулирования трехпозиционного регулятора. Задача выбора закона управления и типа регулятора

Тема 3. Пропорциональные регуляторы

Принцип действия П-регулятора. Зона пропорционального регулирования. Установившаяся погрешность. Соотношение между передаточным коэффициентом и зоной пропорционального регулирования. Прямое и обратное рабочее направление, коррекция рабочей точки

Тема 4. Интегральные регуляторы

Классические законы непрерывного регулирования. Интегральный закон регулирования. Понятие неопределенного интеграла. Понятие определенного интеграла. К понятию саморегулирования (самовыравнивание). Принцип действия интегрального регулятора

Тема 5. Дифференциальные регуляторы

Понятие дифференциального регулирования и дифференциального закона регулирования. Понятие производной. Геометрический смысл производной функции. Физический смысл производной. Принцип действия дифференциального регулятора. Погрешности дифференцирования и шум. Переходная характеристика D-регулятора. Область применения D – регулятора

Тема 6. Комбинированные классические регуляторы САУ

Структура и особенности ПИ регулятора. Реакция ПИ – регулятора на единичное ступенчатое воздействие. Принцип работы ПИ-регулятора. Структура и особенности пропорционально-дифференциального (ПД) регулятора. Реакция ПД регулятора на единичное ступенчатое воздействие. Принцип работы ПД –регулятора

Тема 7. Трехкомпонентный классический регулятор САУ

Краткая историческая справка и нерешенные проблемы. Принцип действия ПИД-регулятора. Структура и математическое описание классического ПИД- регулятора. Влияние коэффициентов настройки на работу ПИД-регулятора. Реакция ПИД-регулятора на единичное ступенчатое воздействие. Сравнение качества регулирования различных регуляторов. Недостатки использования ПИД -регуляторов

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	История возникновения и развития систем автоматического управления	2		2
2	Позиционное управление на основе двух- и трехпозиционных регуляторов	2		-
3	Характеристики и область применения пропорциональных регуляторов.	2		-
4	Характеристики и область применения интегральных регуляторов	2		-
5	Характеристики и область применения дифференциальных регуляторов	2		-
6	Особенности и область применения комбинированных классических регуляторов	2		-
7	Особенности и область применения трехкомпонентного ПИД - регулятора	2		-
Итого:		14		2

4.4. Практические занятия.

Не предусмотрены

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Определение основных понятий, терминологии и принципа действия систем автоматического управления	2		-

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
2	Назначение и принцип действия обратной связи	2		2
3	Исследование функциональных возможностей двухпозиционных регуляторов	2		-
4	Исследование алгоритма работы трехпозиционного регулятора	2		-
5	Исследование зоны пропорционального регулирования П-регулятора	2		-
6	Исследование характеристик и области применения интегральных регуляторов	2		-
7	Исследование интегрального закона регулирования и принципа действия интегрального регулятора	2		-
8	Исследование характеристик и области применения дифференциальных регуляторов	2		-
9	Анализ структуры и особенностей функционирования ПИД регулятора	2		-
10	Анализ структуры и особенности пропорционально-дифференциального (ПД) регулятора	2		-
11	Исследование особенностей и области применения трехкомпонентного ПИД - регулятора	2		2
12	Исследование влияния коэффициентов настройки на работу ПИД -регулятора	2		-
13	Сравнительный анализ качества регулирования различными регуляторами	2		-
14	Исследование способов разработки классических регуляторов на основе современных операционных усилителей	2		2
Итого:		28		6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Введение в дисциплину. Общие понятия	закрепление пройденного материала	4		9
2	Позиционные регуляторы	закрепление пройденного материала, подготовка к лабораторным работам	5		9
3	Пропорциональные регуляторы	закрепление пройденного материала, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	4		10
4	Интегральные регуляторы	закрепление пройденного материала, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	4		9
5	Дифференциальные регуляторы	закрепление пройденного материала, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	4		9

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
6	Комбинированные классические регуляторы САУ	закрепление пройденного материала, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	4		9
7	Трехкомпонентный классический регулятор САУ	закрепление пройденного материала, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	5		9
Итого:			30		64

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрено.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

– технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

– технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

– технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

– технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

– технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования

– технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального

содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором или преподавателем, ведущим лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- лабораторные работы;
- защита лабораторных работ.

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к защите лабораторных работ, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме зачета. В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная

1. Шарапов В.М., Датчики : Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. - М. : Техносфера, 2012. - 624 с. - ISBN 978-5-94836-316-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. -

URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363165.html> (дата обращения: 10.03.2023).

2. Заварыкин Б.С., Датчики в системах автоматики на горных предприятиях / Заварыкин Б.С., Гаврилова Е.В. - Красноярск : СФУ, 2014. - 132 с. - ISBN 978-5-7638-2996-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763829969.html> (дата обращения: 10.03.2023). -

3. Интерфейс RS232: Связь между компьютером и микроконтроллером: От DOS к WINDOWS98/XP / Кузьминов А.Ю. - М. : ДМК Пресс, 2009. - ISBN 5-9706-0028-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5970600288.html> (дата обращения: 10.03.2023).

4. Болл С.Р., Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров / Болл Стюарт Р. - М. : ДМК Пресс, 2016. - 360 с. (Серия "Программируемые системы".) - ISBN 978-5-94120-142-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941201426.html> (дата обращения: 10.03.2023).

б) дополнительная литература

5. Датчики и методы повышения их точности [Текст] : учеб. пособие / А. В. Быценко, В. В. Яковенко, И. М. Сагайда. - К. : Выща школа, 1989. - 215 с.

6. Осипович Л. А. Датчики физических величин [Текст] / Л. А. Осипович. - М. : Машиностроение, 1979. - 159 с.

7. Датчики для автоматизации угольных шахт [Текст] / [А. В. Панин, М. И. Башков, Л. В. Бродский, В. Г. Вакульчик, В. П. Довженко и др.]. - К. : Техніка, 1975. - 96 с.

8. Датчики для измерения температуры в промышленности [Текст] / Г. В. Самсонов, А. И. Киц, О. А. Кюздени [и др.]. - К. : Наук. думка, 1972. - 224 с.

9. Филимоненко К. В. Микроконтроллеры PIC18C71 [Текст] : учеб. пособие / К. В. Филимоненко. - Луганск : Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2001. - 71 с.

10. Майоров В. Г. Практический курс программирования микропроцессорных систем [Текст] / В. Г. Майоров, А. И. Гаврилов. - М. : Машиностроение, 1989. - 266 с.

11. Шелухин В. И. Датчики измерения и контроля устройств железнодорожного транспорта [Текст] / В. И. Шелухин. - М. : Транспорт, 1990. - 119 с.

12. Виглеб Г. Датчики [Текст] / Г. Виглеб; пер. с нем. М. А. Хацернова. - М. : Мир, 1989. - 196 с.

13. Датчики для автоматизации в угольной промышленности [Текст] / под. ред. В. А. Ульшина. - М. : Недра, 1984. - 245 с.

14. Рыжова А.А., Устройство, работа и метрологическое обслуживание датчиков систем автоматизации: учебно-методическое пособие / А.А. Рыжова, В.В. Кузьмин, Р.К. Нургалиев - Казань: Издательство КНИТУ, 2018.

- 220 с. - ISBN 978-5-7882-2428-2 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224282.html> (дата обращения: 10.03.2023).

г) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. М., 1966 г., 992 с.

Воронов А.А. Теория автоматического управления: Учеб. для вузов по спец. «Автоматика и телемеханика». В 2-х ч. Ч. I. Теория линейных систем автоматического управления / Н. А. Бабаков, А.А. Воронов, А.А. Воронова и др.; Под ред. А.А. Воронова. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 367 с.

Теория автоматического управления: учеб. пособие / М.М. Савин, В.С. Елсуков, О.Н. Пятина; под ред. д.т.н., проф. В.И. Лачина. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. 469 с.

Физическая теория управления. Электронный ресурс. Путь доступа: <https://studfile.net/preview/2069184/page:14/>

Краткий очерк истории развития систем автоматического управления. Электронный ресурс. Путь доступа:

https://studopedia.su/7_26027_kratkiy-ocherk-istorii-razvitiya-sistem-avtomaticheskogo-upravleniya.html

История автоматического управления. Электронный ресурс. Путь доступа:

<http://msd.com.ua/sovremennye-sistemy-upravleniya/istoriya-avtomaticheskogo-upravleniya/>

История развития теории автоматического управления. Электронный ресурс. Путь доступа:

https://revolution.allbest.ru/programming/00837001_0.html

Интеграл. Электронный ресурс. Путь доступа:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BB>

Регуляторы, обрабатывающие И-закон регулирования. Электронный ресурс. Путь доступа:

https://studme.org/293434/tehnika/regulatory_otrabatyvayuschie_zakon_regulirovaniya

Интегральный закон регулирования. Электронный ресурс. Путь доступа: <https://msd.com.ua/naladka-priborov-i-sistem-avtomatizacii/integralnyj-zakon-regulirovaniya/>

Дифференциальное регулирование. Электронный ресурс. Путь доступа: <https://kipiavp.ru/info/differencialnoe-regulirovanie.html>

Болтянский В.Г. Что такое дифференцирование? Электронный ресурс. Путь доступа:

https://www.mathedu.ru/text/boltyanskiy_что_такое_differentsirovanie_1955/p0/

Геометрический смысл производной. Электронный ресурс. Путь доступа:

https://school76.edu.yar.ru/innovatsionnaya_deyatelnost/teoriya_na_sayt.pdf

П-, ПИ-, ПД-, ПИД – регуляторы. Электронный ресурс. Путь доступа: <https://automation-system.ru/main/15-regulyator/type-of-control/90-408-p-pi-pid.html>

Пропорционально-интегральное регулирование (ПИ-закон). Электронный ресурс. Путь доступа: <http://www.energyed.ru/Auto/PidCh03>

Классификация регуляторов по реализуемому закону регулирования. Электронный ресурс. Путь доступа:

http://arm.tpu.ru/docs/UMO/krauinjsh_dp/aep/lk_13_aep.pdf

Классификация регуляторов по реализуемому закону регулирования. Электронный ресурс. Путь доступа:

https://studme.org/283639/tehnika/klassifikatsiya_regulyatorov_realizuemomu_zakonu_regulirovaniya

Медведев Ю. И. Курс лекций. Часть 1: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004.–110с. Электронный ресурс. Путь доступа:

<https://ftf.tsu.ru/wp-content/uploads/Kurs-lektsij-po-teorii-avtomaticheskogo-upravleniya.-CHast-1.pdf>

ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации. Электронный ресурс. Путь доступа: <https://www.cta.ru/cms/f/342946.pdf>

П-, ПИ-, ПД-, ПИД – регуляторы. Электронный ресурс. Путь доступа: <https://automation-system.ru/main/15-regulyator/type-of-control/90-408-p-pi-pid.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Интеллектуальные датчики» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, компьютерная техника и программное обеспечение общего и специального назначения.

Лекционные занятия с использованием электронных конспектов лекций проводятся в мультимедийной аудитории №224, оборудованной компьютерами, видеопроектором и экраном. Компьютеры в аудитории подключены к локальной сети кафедры, а также имеют доступ в Интернет и предназначены для работы в электронной образовательной среде.

Лабораторные работы проводятся в лабораториях №207, №204а и 218, оборудованных микропроцессорными устройствами, компьютерами, элементами микропроцессорных устройств и измерительной техникой. Компьютеры в лабораториях подключены к локальной сети кафедры, а также имеют доступ в Интернет и предназначены для работы в электронной образовательной среде.

В качестве программного обеспечения используются бесплатные пакеты как общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы и т.п.), так и специализированное ПО, перечисленное в таблице 1.

Таблица 1. Используемое программное обеспечение

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/