

**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

«Элементы микророботов»

по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

профиль подготовки «Компьютерные технологии управления в
робототехнике и мехатронике»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Элементы микророботов» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. – 14 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Элементы микророботов» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 августа 2020 г. № 1046 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 9 сентября 2020 года № 59722, учебного плана по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (профиль «Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры информационных и управляющих систем
Шульгин С.К.

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.

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины: систематизация и интегрирование ранее полученных знаний по профессиональным дисциплинам бакалаврской подготовки применительно к задачам проектирования мехатронных систем и элементов микророботов

Задачи:

1. Ознакомление со структурой микророботов.
2. Рассмотреть типы элементов микророботов.
3. Рассмотреть вопросы, касающиеся способов компьютерного моделирования элементов микророботов
4. Представить современные алгоритмы управления параметрами отдельных элементов микророботов

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Элементы микророботов» входит в модуль профессиональных дисциплин части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания в области теории робототехники, компьютерного и имитационного моделирования;

умения в области компьютерного и математического моделирования;

навыки в области построения структурных схем и математических моделей объектов.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: архитектура компьютерных систем и сетей, алгоритмы управления подсистемами роботов, теория автоматического управления и служит основой для освоения дисциплины: проектирование систем управления роботами.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Элементы микророботов», должны

знать основные философские категории и специфику их трактовки; ключевые положения основных философских школ и направлений; базовые методы философии и науки, содержание современных философских дискуссий по проблемам общественного развития; специфику философских проблем и их значение для развития человека и общества; роль науки в развитии цивилизации, иметь представление о связанных с ними современных социальных и этических проблемах; основные теоретические положения, законы и методы естественных наук и математики; форму математической записи основных законов физики и естественных наук; современный уровень развития науки и техники, в том числе трибологии и триботехники; современные материалы и добавки, методы и средства

испытаний, методы повышения энергоэффективности приборов, аппаратов, машин, комплексов, узлов и отдельных сопряжений; перечень и содержание основных современных образовательных сетевых ресурсов в области мехатроники и робототехники; программно-технические средства, используемые для обработки информации в робототехнических системах; основные принципы написания аналитических и патентных обзоров; принципы написания научных статей, заявок на патент, научных отчетов; основные методы исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем; возможности современных универсальных пакетов программ по имитационному моделированию для разработки планов вычислительных экспериментов для решения задач анализа и синтеза в области исследования мехатронных и робототехнических систем; основные методы оценки экономической эффективности проекта;

уметь раскрыть смысл выдвигаемых идей, представить рассматриваемые философские проблемы в развитии; аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии; использовать положения и категории философии для анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений; использовать законы естественных наук и физики при разработке математических моделей процессов и явлений; решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности; находить нужную информацию на русском и иностранном языках в сети интернет; использовать международный опыт по разработке инновационной мехатронной и робототехнической продукции; представление видеоинформации и ее машинную генерацию, графические языки; анализировать научно-техническую информацию, полученную из различных источников, в том числе путем проведения эксперимента; обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления; планировать, реализовывать и обрабатывать результаты вычислительных экспериментов с целью исследования моделей мехатронных и робототехнических систем; проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов; проводить обоснованную оценку экономической эффективности внедрения результатов научной деятельности и новых мехатронных и робототехнических систем и их подсистем;

владеть навыками работы с философскими источниками и учебной литературой; публичной речью и навыками аргументированного письменного изложения собственной точки зрения; навыками разработки и исследования математических моделей процессов и явлений, навыками работы в современном программном обеспечении; навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий; навыками поиска информации и коммуникации в информационном пространстве; выполнять постановку проблемы, осуществлять деловую переписку с членами научного

и образовательного сообщества; навыками применения программно-технических средств для построения мехатронных и робототехнических систем; навыками проектирования и разработки систем управления мехатронных систем; навыками поиска, анализа, обобщения научно-технической информацией; опытом написания статей, аналитических и патентных обзоров, заявок на патентование отчетов; навыками проведения и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением программных пакетов; навыками оценки экономической эффективности внедрения результатов научной деятельности и новых мехатронных и робототехнических систем и их подсистем.

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

профессиональных:

ПК-1.1: Способен изучать и анализировать научнотехническую информацию в области робототехники и мехатроники

ПК-1.3: Демонстрирует способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных

ПК-4.2: Проводит предварительные испытания составных частей опытного образца изделия по заданным программам и методикам

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	72 (2 зач. ед)		72 (2 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	42		8
в том числе:			
Лекции	14		2
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	28		6
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	30		64
Форма аттестации	зачет		зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 1

Тема 1. Мини - и микроробототехника - значение, развитие и сферы применения.

Содержание. Значение мини- и микророботов. Развитие процесса минитюаризации техники. Сферы применения мини- и микророботов. Проблема «человеческого фактора».

Тема 2. История миниатюризации техники.

Содержание. Миниатюризация. Интеллектуализация. Интеграция. Проблема «человеческого фактора». Бионический подход. Минитюаризация компонентов роботов.

Тема 3. Датчики микророботов.

Содержание. Датчики. Общие сведения. Характеристики сенсоров: диапазон измерения, чувствительность, точность, линейность, селективность. Диапазон измеряемых значений. Погрешности измерений, дрейф параметров, шумы, условия эксплуатации. Конструкции элементов микромеханических сенсоров.

Тема 4. Актюаторы.

Содержание. Микромеханические приводы движения. Пьезоэлектрические, емкостные, термомеханические, электромагнитные, пневматические актюаторы. Микроприводы движения на эффекте «памяти формы».

Тема 5. Принципы построения мини-и микроробототехнических систем.

Содержание. Развитие принципов проектирования и применения робототехнических систем в процессе миниатюризации. Принципы построения робототехнических систем. Этапы минитюаризации функциональных компонентов. Поэтапность освоения мини- и микроразмерностей. Задачи оптимизации в мини- и микроробототехнике.

Тема 6. Методы проектирования мини- и микроробототехнических систем.

Содержание. Особенности мини- и микроробототехнических систем как объекта проектирования. Общий порядок методического обеспечения процесса проектирования. Методика проектирования модульных миниробототехнических систем.

Тема 7. Типы микро- и минироботов.

Содержание. Наземные мини- и микроробототехнические системы. Реконфигурируемые миниробототехнические системы. Специальные роботы для функционирования в условиях сооружений и конструкций. Минисамолеты. Микровертолеты. Мини- и микророботы водного базирования. Медицинская микроробототехника.

Тема 8. Основные принципы проектирования и изготовления медицинских нанороботов.

Содержание. Моделирование технологических процессов построения и функционирования нанороботов. Проектирование элементной базы для создания медицинских нанороботов.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Мини - и микроробототехника - значение, развитие и сферы применения	2	2
2	История миниатюризации техники	2	-
3	Минитюаризация компонентов роботов	2	-
4	Сенсоры микророботов	2	-
5	Актюаторы	2	-
6	Принципы построения мини-и микроробототехнических систем	2	
7	Методы проектирования мини- и микроробототехнических систем	2	-
Итого:		14	2

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Изучение типов и способов применения микророботов	5	2
2	Изучение типов приводов микророботов	5	2
3	Моделирование нейросетевого регулятора привода микроробота	5	-
4	Моделирование нечеткого регулятора привода микроробота	5	
5	Моделирование нечеткого ПИД-регулятора привода микроробота	5	2
6	Моделирование адаптивного нечеткого ПИД-регулятора привода микроробота	3	-
Итого:		28	6

4.5. Лабораторные работы

Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Мини - и микроробототехника - значение, развитие и сферы применения	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	9
2	История миниатюризации техники	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	9
3	Минитюаризация компонентов роботов	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	9
4	Сенсоры микророботов	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	9
5	Актюаторы	подготовка к	4	9

		практическим работам и оформление отчетов		
6	Принципы построения мини-и микроробототехнических систем	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	4	9
7	Методы проектирования мини-и микроробототехнических систем	подготовка к практическим работам и оформление отчетов	6	10
Итого:			30	64

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены

5. Образовательные технологии

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся необходимо использовать инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

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 и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- практические работы;
- защита практических работ;
- контрольные работы;
- индивидуальные и фронтальные опросы.

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к защите контрольных работ, вопросы к защите практических работ, вопросы к индивидуальным и фронтальным опросам, 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».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме:

письменного/устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и выполнение практического задания, тестирование) либо в сочетании различных форм (компьютерного тестирования, решения задач и пр.). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки;

зачета (предполагает выполнение всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины).

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объёме 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. 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 чёткие 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.	зачтено
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 литература:

1. Каляев И.А., Гайдук А. Р., Капустян С. Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 280 с. - ISBN 978-5-9221-1141-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111416.html> (дата обращения: 01.09.2019).

2. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений [Электронный ресурс] / Альтман Ю. - Издание 2-е, дополненное и исправленное. - М. : Техносфера, 2016. - ISBN 978-5-94836-175-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948361758.html> (дата обращения: 01.09.2019).

3. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов / под общей ред. Е.И. Юревича / И.А. Каляев, В.М. Лохин, И.М. Макаров и др. - М.: Машиностроение, 2007. - 360 с. - ISBN 5-217-03339-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5217033398.html> (дата обращения: 01.09.2019).

4. Основы нанотехнологии [Электронный ресурс] : учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабров, В.И. Марголин - М. : Лаборатория знаний, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014768.html>

б) дополнительная

5. Шахинпур М. Курс робототехники [Текст] / М. Шахинпур ; пер. с англ. С. С. Дмитриева ; под ред. С. Л. Зенкевича. - М. : Мир, 1990. - 527 с. - ISBN 5-03-001375-X. - ISBN 0-06045931-X (в пер.) : 2 р. 50 к.

6. Фу К. Робототехника [Текст] / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли ; пер. с англ.: А. А. Сорокина, А. В. Градецкого, М. Ю. Рачкова ; под ред. В. Г. Градецкого. - М. : Мир, 1989. - 624 с. - ISBN 5-03-000805-5 (рус.). - ISBN 0-07-022625-3 (англ.) : 3 р. 10 к.

7. Челпанов И. Б. Устройство промышленных роботов [Текст] : учебник для учащихся приборостроительных техникумов / И. Б. Челпанов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2001. - 203 с.

8. Системы управления роботов [Текст] / под ред. В. К. Стеклова. - К. : Техніка, 1993. - 200 с.

9. Попов Е. П. Основы робототехники. Введение в специальность [Текст] : учебник / Е. П. Попов, Г. В. Письменный. - М. : Высш. шк., 1990. - 224 с.

10. Справочник по промышленной робототехнике. В 2 кн. Кн. 2 [Текст] / под ред. Ш. Нофа; пер. с англ. под ред. Д. Ф. Миронова. - М. : Машиностроение, 1990. - 480 с.

11. Исмаилов Р. А. Автоматика и робототехника в машиностроении [Текст] / Р. А. Исмаилов, А. В. Коржавин. - М. : Высш. школа, 1988. - 144 с.

12. Накано Э. Введение в робототехнику [Текст] / Э. Накано ; пер. с яп. А. И. Логинов, А. М. Филатов; под ред. А. М. Филатова. - М. : Мир, 1988. - 334 с.
13. Программное обеспечение промышленных роботов [Текст] / отв. ред. А. К. Платонов; сост.: А. Н. Домарацкий, Р. К. Казакова. - М. : Наука, 1986. - 279 с.
14. Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9 кн. Кн. 3 Управление робототехническими системами и гибкими автоматизированными производствами [Текст] : учеб. пособие для втузов / под ред. И. М. Макарова. - М. : Высш. школа, 1986. - 159 с.
15. Юревич Е. И. Основы робототехники [Текст] : учебник для втузов / Е. И. Юревич. - Л. : "Машиностроение", Ленингр. отд-ние, 1985. - 271 с
16. Робототехника [Текст] / под ред.: Е. П. Попова, Е. И. Юревича. - М. : Машиностроение, 1984. - 288 с.
17. Системы управления промышленными роботами и манипуляторами [Текст] : учеб. пособие / отв. ред. Е. И. Юревич. - Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. - 182 с.
18. Янг Дж. Ф. Робототехника [Текст] / Янг Дж. Ф. ; пер. с англ. Р. А. Сороки ; под ред. М. Б. Игнатъева. - Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1979. - 300
19. Ястребов В. С. Системы управления движением робота [Текст] / В. С. Ястребов, А. М. Филатов. - М. : Машиностроение, 1979. - 176 с. : ил.
20. Подураев Ю.В., Мехатроника: основы, методы, применение : учеб. пособие для студентов вузов / Подураев Ю.В. - М.: Машиностроение, 2006. - 256 с. - ISBN 5-217-03355-X - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/521703355X.html> (дата обращения: 01.09.2019).
21. Локотош Б. М. Теорія керування [Текст] : навч. посібник / Б. М. Локотош, Л. В. Капуста. - Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. - 112 с.
22. Теория автоматического управления. В 2 ч. Ч. 1 Теория линейных систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика" / под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1986. - 367 с.
23. Теория автоматического управления. В 2 ч. Ч. 2 Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика" / под ред. А. А. Воронова. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1986. - 504 с.
24. Иванов В. А. Теория оптимальных систем автоматического управления [Текст] : учеб. пособие / В. А. Иванов, Н. В. Фалдин ; под ред. Е. П. Попова. - М. : Наука, 1981. - 336 с.
25. Янушевский Р. Т. Теория линейных оптимальных многосвязных систем управления [Текст] / Р. Т. Янушевский. - М. : Наука, 1973. - 464 с. : ил.

26. Метрологическое обеспечение нанотехнологий и продукции наноиндустрии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / под ред. В.Н. Крутикова. - М. : Логос, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987046135.html>

в) 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

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы: лаборатория, оснащенная компьютерной сетью, шаблоны отчетов по лабораторным работам.

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

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

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/