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» 04 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Имитационное моделирование мехатронных и робототехнических систем»

по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника

магистерская программа «Мехатронные и робототехнические системы»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Имитационное моделирование мехатронных и робототехнических систем» по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника. – 14 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Имитационное моделирование мехатронных и робототехнических систем» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 августа 2020 г. № 1023, зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации от 28 августа 2020 года № 59548, учебного плана по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистерская программа «Мехатронные и робототехнические системы») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ:
доцент кафедры информационных и управляющих систем Киреев И.Ю.

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.

© Киреев И.Ю., 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 дисциплины – овладение студентами необходимым объемом теоретических знаний, практических умений в области математического и структурного моделирования технических объектов и рабочих процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проведения машинных экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, решения прямых и обратных задач моделирования, применения методов теории моделирования для решения задач проектирования компонентов техническихсистем.

Задачи; изучение методики математического и структурного моделирования технических систем, работы со стандартными пакетами прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования технических систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Имитационное моделирование мехатронных и робототехнических систем» входит в блок дисциплин обязательной части учебного плана.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: основы дискретной математики, математический анализ, теорию вероятностей и математическую статистику, основы компьютерных технологий . и служит основой для освоения дисциплины; Математическое моделирование объектов и систем управления.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Имитационное моделирование мехатронных и робототехнических систем», должны

знать: математические основы теории имитационного моделирования, основные аналитические модели и численные методы имитационного моделирования, программные средства имитационного моделирования;

уметь:применять эти знания в исследовательской и прикладной деятельности, требующей использование методов имитационного моделирования.

владеть: технологиями компьютерного имитационного моделирования, навыками аналитического и численного математического моделирования.

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):

профессиональные

ПК-1	Способен использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных робототехнических и мехатронных систем с прогрессивными показателями качества
ПК-1.1	Знать современные технологии проектирования робототехнических и мехатронных объектов.

ПК-2.2 Уметь формулировать принципы и физические основы построения объектов робототехники и ехатроники и систем на их основе.

ПК-3.3 Владеть навыками представления результатов проектной деятельности, оформления технической документации в соответствии с ГОСТами и стандартами в области робототехники и мехатроники.

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:	48	-	8
Лекции	16	-	2
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	32	-	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	-	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	24	-	64
Форма аттестации	зачет	-	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Моделирование как метод научного познания

Объекты реального мира и их модели. Научные гипотезы и их экспериментальная проверка. Два подхода к моделированию: аналитический и имитационный. Теория моделирования. Адекватность модели, критерии проверки адекватности моделей.

Тема 2. Принципы системного подхода к моделированию

Понятие сложной системы. Системный подход к моделированию. Направленность системного подхода на достижение цели. Система и внешняя среда. Критерий отбора признаков системы. Структура системы. Состав элементов системы. Связи в системе. Функциональное описание системы. Функция как свойство, приводящее к достижению цели. Подсистемы. Функционирование системы во времени.

Тема3 Классификация видов моделирования систем

Классификация систем и их моделей. Детерминированные и стохастические модели, статические и динамические, дискретные, непрерывные и дискретно-непрерывные модели. Мысленное (символическое, знаковое, математическое) моделирование. Реальное (макетное, физическое, натурное, производственное) моделирование.

Алгоритмы моделирования. Аналитическое моделирование. Имитационное и статистическое моделирование. Метод статистических испытаний.

Тема 4. Основные подходы к построению математических моделей систем

Понятие математической схемы модели. Формальная модель объекта. Входные воздействия, воздействия внешней среды, внутренние параметры системы, выходные характеристики. Управляемые и неуправляемые переменные. Детерминированные и стохастические составляющие. Независимые (экзогенные) и зависимые (эндогенные) переменные. Закон функционирования модели, формы его представления. Алгоритм функционирования. Статические и динамические модели. Состояния модели. Пространство состояний. Фазовая траектория модели в пространстве состояний. Типовые схемы моделей и их краткое описание.

Тема 5. Непрерывно-детерминированные динамические модели. Динамические системы

Определение D-схемы. Описание D-схем дифференциальными уравнениями. Примеры (маятник и колебательный контур, модель «хищник–жертва», система автоматического регулирования). Задача аналитического конструирования оптимального регулятора (АКОР). Вывод уравнений этой модели.

Тема 6. Дискретно-детерминированные модели.

Определение F-схемы. Конечно-автоматное описание F-схемы. Определение конечного автомата и основные соотношения. Входной алфавит, выходной алфавит, внутренний алфавит (алфавит состояний). Такты времени.

Тема 7. Конечные автоматы

Описание функционирования конечного автомата . Автоматы первого и второго рода. Автоматы Мили и Мура. Автоматы с памятью и без памяти. Синхронные и асинхронные автоматы. Способы задания F-автомата – табличный, графовый, матричный. Примеры.

Тема 8. Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Вероятностные автоматы

Описание P-схемы вероятностным (стохастическим) автоматом. Определение вероятностного автомата и основные соотношения. Табличное представление P-автомата. Матрица переходов. Граф P-автомата. Генератор марковской последовательности.

Тема 9. Непрерывно-стохастические модели

Определение и свойства простейшего потока событий. Вызывающие моменты. Однородный и неоднородный потоки. Поток с ограниченным последействием. Ординарный поток. Условие ординарности. Вероятностное описание ординарного потока. Интенсивность потока. Стационарный поток. Его вероятностное описание.

Тема 10. Сетевые модели

Формальное описание сетей . Позиции и переходы. Прямая и обратная функции инцидентности. Графическое изображение N-схемы в виде двудольного ориентированного мультиграфа. Необходимое условие срабатывания перехода. Возбуждённый переход. Изображение смены разметки. Разрешённые и запрещённые переходы. Конфликты переходов. Примеры N-схем с конфликтами переходов. Разрешение конфликтов. Иерархии N-схем.

Тема 11. Комбинированные модели. Сложные системы

Сложные системы. Многоуровневые конструкции моделей сложных систем. Подсистемы. Декомпозиции. Оператор сопряжения. Концепция агрегированного моделирования. Система и среда. Переменные модели. Входные и выходные сигналы. Процесс функционирования агрегата. Состояния агрегата и переходы. Скачки состояния. Особые моменты и особые состояния. Направления передачи информации. Обмен информацией со средой..

Тема 12. Моделирование систем с использованием типовых математических схем. Программный инструментарий моделирования

Понятие моделирующего алгоритма. Блочный (модульный) принцип моделирования. Типовая укрупнённая блок-схема моделирующего алгоритма. Описание основных типов модулей.

Тема 13. Обзор программных средств имитационного моделирования

Подсистемы моделирования Simulink, Stateflow, SimEvents, PN Toolbox системы MATLAB. Краткое описание их назначения и возможностей. Примеры имитационного моделирования в подсистемах Simulink, Stateflow, SimEvents, PN Toolbox системы MATLAB.

Тема 14. Моделирование процессов функционирования систем на базе Q-схем

Пример трёхфазной двухканальной СМО с блокировкой каналов. Описание функционирования. Процесс «обратного» распространения смены состояния. Два основных принципа моделирования: “принцип Δt” и “принцип δz”. Их описание. Алгоритмы с детерминированным и случайным шагом. Синхронная и асинхронная реализации алгоритма со случайным шагом. Циклический и спорадический просмотр элементов. Классификация способов построения моделирующего алгоритма. Логика работы моделирующего алгоритма.

Тема 15. Общая характеристика и сущность метода статистического моделирования

Метод статистического моделирования. Две области применения методов статистического моделирования: для изучения стохастических систем и для решения детерминированных задач. Примеры детерминированных задач. Пример задачи статистического моделирования стохастической

системы. Статистический ансамбль реализаций моделирования. Статистическая обработка ансамбля реализаций.

Тема 16. Сводка некоторых предельных теорем теории вероятностей, являющихся теоретической основой статистического моделирования
Неравенство Чебышёва. Теорема Бернулли. Теорема Пуассона. Теорема Чебышёва. Обобщённая теорема Чебышёва. Теорема Маркова. Центральная предельная теорема (теорема Ляпунова). Теорема Лапласа.

Тема 17. Псевдослучайные последовательности
Три основных способа генерации случайных чисел: аппаратный (физический), табличный (файловый), алгоритмический (программный). Их достоинства и недостатки. Программные датчики случайных чисел. Равномерное непрерывное распределение. Невозможность его получения на ЭВМ с конечной разрядной сеткой. Квазиравномерное распределение. Рекуррентные алгоритмы получения псевдослучайных чисел. Алгоритмы первого порядка. Исторически первый алгоритм – метод серединных квадратов. Мультипликативный метод. Конгруэнтный датчик псевдослучайных чисел. Подробное описание алгоритма.

Тема 18. Нелинейные преобразования квазиравномерных псевдослучайных чисел.
Датчики псевдослучайных чисел с экспоненциальным, нормальным и др. распределениями

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	**Очно-заочная форма**	**Заочная форма**
1	Моделирование как метод научного познания	1		0,1
2	Принципы системного подхода к моделированию	1		0,1
3	Классификация видов моделирования систем	1		0,1
4	Основные подходы к построению математических моделей систем	1		0,1
5	Непрерывно-детерминированные динамические модели. Динамические системы	1		0,1
6	Дискретно-детерминированные модели.	1		0,1
7	Конечные автоматы	1		0,1
8	Дискретно-стохастические модели. Вероятностные автоматы	1		0,1
9	Непрерывно-стохастические модели	1		0,1
10	Сетевые модели	1		0,1
11	Комбинированные модели. Сложные системы	1		0,1
12	Моделирование систем с использованием типовых математических схем.	2		0,1

	Программный инструментарий моделирования			
13	Обзор программных средств имитационного моделирования	1		0,1
14	Моделирование процессов функционирования систем на базе Q-схем	1		0,1
15	Общая характеристика и сущность метода статистического моделирования	1		0,1
16	Сводка некоторых предельных теорем теории вероятностей, являющихся теоретической основой статистического моделирования	1		0,2
17	Псевдослучайные последовательности (датчики случайных чисел)	1		0,2
18	Нелинейные преобразования квазиравномерных псевдослучайных чисел.	1		0,2
Итого:		**16**		**2**

4.4. Лабораторные занятия

№ п/п	**Название темы**	**Объем часов**		
		Очная форма	**Очно_Заочная форма**	**Заочная форма**
№1	Компьютерное моделирование в среде simulink	4		1
№2	Моделирования движения летящего камня в среде simulink	4		1
№3	Моделирования автоколебательной системы в simulink	4		1
№4	Моделирования процесса остывания хлеба в среде simulink	4		1
№5	Моделирования обрушивателя в среде simulink	4		1
№6	Моделирования кинематики почвенной фрезы в среде simulink	4		1
№7	Математические модели кинематики фрезы	4		2
№8	Моделирование кинематики фрезы	4		
Итого:		**32**		**6**

4.5. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	**Название темы**	**Вид СРС**	**Объем часов**		
			Очная форма	**Очно-заочная форма**	**Заочная форма**
1	Моделирование как метод научного познания	работа с литературой	1		3
2	Принципы системного подхода к моделированию	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
3	Классификация видов моделирования систем	работа с литературой, , подготовка отчетов	1		3

4	Основные подходы к построению математических моделей систем	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
5	Непрерывно-детерминированные динамические модели. Динамические системы	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
6	Дискретно-детерминированные модели.	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
7	Конечные автоматы	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
8	Дискретно-стохастические модели. Вероятностные автоматы	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
9	Непрерывно-стохастические модели	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
10	Сетевые модели	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
11	Комбинированные модели. Сложные системы	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
12	Моделирование систем с использованием типовых математических схем. Программный инструментарий моделирования	работа с литературой, подготовка отчетов	1		3
13	Обзор программных средств имитационного моделирования	работа с литературой, подготовка отчетов	2		3
14	Последовательностные схемы. Интегральные триггеры	работа с литературой, подготовка отчетов	2		3
15	Последовательностные схемы.	работа с литературой, подготовка отчетов	2		3
16	Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи	работа с литературой, подготовка отчетов	2		3
17	Источники питания	работа с литературой,	2		8

		подготовка отчетов			
18	Генераторы импульсов	работа с литературой, подготовка отчетов	2		8
Итого:			**24**		**64**

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

- лабораторные работы;
- защита лабораторных работ.

Фонды оценочных средств, включающие вопросы к фронтальным и индивидуальным опросам, а также контрольным работам, 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».

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».

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы).

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 литература:

1. Диевский В.А. Теоретическая механика. – СПб.: изд. Лань, 2005. – 320 с.

2. Дронг В.И., Дубинин В.В., Ильин М.М. и др. Курс теоретической механики. / Под ред. К.С. Колесникова. – М.: МГТУ им Н.Э. Баумана, 2005.
3. Дьяконов В. П. Simulink 5/6/7: Самоучитель. – М.: ДМК – Пресс, 2008. – 784 с.: ил
4. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1 + Simulink 5 и MATLAB 7 + Simulink 6 в математике и математическом моделировании. М.: СОЛОН-Пресс, 2005.
5. Заморуев Г.Б., Калапышина И.И. Кинематическое управление двухпараметрической сканирующей антенной // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. Выпуск 78. Механика и мехатроника./ Главный редактор д.т.н, проф. В.О. Никифоров, 2012. С. 78–83.
6. Калапышина И.И. Моделирование динамики станка для обработки стѐкол // Изв. вузов. Приборостроение. 2012. Т. 55, № 6. С. 74-77.
7. Кинематические схемы роботов, их описание и анализ [Электронный ресурс]: официальный сайт МГТУ им. Баумана кафедра РК-2, Учебно-методический комплекс по теории машин и механизмов 2005 — Режим доступа: http://tmm-umk.bmstu.ru/lectures/lect_20.htm

б) Дополнительная литература:

1. Kopytenko Yu., Sergushin P., Petrishchev M., Levanenko V., Perechesova A. The device for manufacturing torsion bars with helical anisotropy UISAT-1 // Key Engineering Materials Vol. 437 (2010). – Trans Tech Publications, Switzerland, 2010. P. 625–628.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: учебник для втузов. – М.: Наука. 1988. – 640 с.
3. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин : учебник для втузов / И. И. Артоболевский . – 6-е изд., стер., перепеч. с изд. 1988 г. – М.: Альянс, 2011 . – 640 с. - ISBN 978-5-91872-001-1.
4. Беленький И.М. Введение в аналитическую механику – СПб.: Высшая школа, 1964. – 328 с.
5. Брицкий В. Д., Тимофеев Б. П. Синтез и анализ механизма с высшей кинематический парой; М-во образования РФ ; СПбГУ ИТМО, Каф. МТ .— СПб.: СПбГУ ИТМО, 2004 .— 16 с.: ил.
6. Бутенин Н.В. Введение в аналитическую механику. М.: Наука, 1971, 264 с.
7. Вейц В.Л. Динамика управляемых машинных агрегатов – М.: Наука. 1984. – 352 с.

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

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Процесс изучения дисциплины осуществляется за счет аудиторного фонда ЛНУ им. В Даля, оснащенного мультимедийным оборудованием, стендами и программным обеспечением.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных средствами аудиовизуального представления информации.

Лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях учебного корпуса 12 ЛНУ им. В.Даля.

Каждый обучающийся во время самостоятельной подготовки обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемой дисциплины. Время доступа в Интернет с рабочих мест вуза для вне аудиторной работы фактически не ограничено.

Освоение дисциплины «Имитационное моделирование мехатронных и робототехнических систем» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

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
Аудиоплейер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/
Редактор диаграмм	Dia	https://wiki.gnome.org/Apps/Dia

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
Аудиоплейер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/