

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



Каракозов А. А.

(подпись)

» 03 20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Динамика робототехнических систем

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления / специальности)

Магистерская программа: Робототехника и гибкие производственные системы

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	3
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	5/180	5/180
Контактная работа (час.)	72	18
Лекции (час.)	34	6
Практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Лабораторные работы (час.)	34	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе	54	126
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 54	Экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Динамика робототехнических систем» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» (Направленность (профиль) – «Робототехника и гибкие производственные системы» для 2023 года приёма по очной, заочной формам обучения.

Составитель:

заведующий кафедрой, д.т.н. профессор

(подпись)

Гусев В.В.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры Мехатронные системы машиностроительных производств

Протокол от «16 03» 2023 года № 7

Заведующий кафедрой

(подпись)

Гусев В.В.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»

Протокол от «16» 03» 2023 года № 4

Председатель

(подпись)

Гусев В.В.

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы разработки мехатронных и робототехнических систем, определения их динамических характеристик с использованием современных методов реализации и исследования автоматизированных математических систем.

Целью дисциплины является подготовка специалистов, владеющих современными методами, знаниями и навыками решения сложных задач динамики мехатронных и робототехнических систем. Основная задача дисциплины научить студентов функционированию современным систем обработки материалов, технологическим основам повышения точности и качества изделий, за счет применения адаптивных систем управления технологическим оборудованием.

1. В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

– методы решения сложных динамических задач современных мехатронных систем и промышленных роботов;

уметь:

– применять теоретические знания при решении практических задач проектирования и создания современных мехатронных систем, применять необходимые знания для построения математических моделей мехатронных манипуляционных систем;

владеть:

– практическими навыками анализа манипуляционных систем промышленных роботов.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

ОПК-11 Способен организовать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем;

ОПК-13. Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем;

ПК-1 способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики,

методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, искусственных нейронных сетей;

ПК-6 способность внедрять эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, средства автоматизации и механизации технологических процессов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла. Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении научно-исследовательской работы и прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СР
Тема 1. Задачи и методы решения их в динамике ПР	22/22	4/0	0	8/0	10/22
Тема 2. Синтез законов движения по обобщенным координатам манипулятора	12/16	6/2	0	0	6/14
Тема 3. Решение обратной задачи кинематики манипуляционных систем	20/24	6/2	0	6/2	8/20
Тема 4. Метод Лагранжа-Эйлера при решении задач динамики ПР	26/28	4/2	0	12/4	10/22
Тема 5. Метод Ньютона –Эйлера при решении задач динамики ПР.	10/12	4/0	0	0	6/12
Тема 6. Моделирование динамики систем с помощью связанных графов	8/10	4/0	0	0	4/10
Тема 7. Идентификация динамических систем	24/26	6/0	0	8/0	10/26
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	0	0	0	0	0
Итого по видам занятий		34/6	0	34/6	54/126
Контроль	54/36				
Итого:	180				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК-1	Тема 1,3,4
ОПК-11	Тема 1,2,3,6
ОПК-13	Тема 1,2,3,6
ПК-1	Темы 2,4,6
ПК-6	Тема 7

3.2 Лекции

Тема 1. Задачи и методы решения в динамике ПР.

Содержание темы 1:

1. Важность решения задач динамики для манипуляционных роботов.
2. Основные принципы организации движения роботов.
3. Основные задачи динамики.
4. Методы получения уравнений динамики многозвенных исполнительных механизмов.
5. Фундаментальные принципы механики.

Литература к теме 1 [1-4].

Тема 2. Синтез законов движения по обобщенным координатам манипулятора

Содержание темы 2:

1. Синтез законов движения для прямоугольного закона изменения ускорения.
2. Синтез законов движения для синусоидального закона изменения ускорения.
3. Синтез безударного закона движения на основе сплайн-функций.
- 2.4. Определение абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора.

Литература к теме 2: [3]

Тема 3. Решение обратной задачи кинематики манипуляционных систем при управлении по скорости

Содержание темы 3:

1. Матрица Якоби для обратной задачи манипуляционной системы.
2. Решение обратной задачи при управлении по скорости.
3. Метод обратных преобразований в решении обратной задачи манипуляторов.
4. Динамический синтез и анализ манипуляторов

Литература к теме 3: [1,4,6]

Тема 4. Метод Лагранжа-Эйлера при решении задач динамики ПР

Содержание темы 4:

- 1 Метод Лагранжа- Эйлера.

2. Определение кинетической энергии звена робота.
3. Определение потенциальной энергии звена робота.
4. Вывод уравнения движения плоского манипулятора.
5. Учет динамики двигателя и редуктора на динамику звеньев манипулятора.
6. Свойства уравнений движения.

Литература к теме 4: [1,4,5,6]

Тема 5. Метод Ньютона –Эйлера при решении задач динамики ПР.

Содержание темы 5:

- 1 Метод Ньютона –Эйлера.
2. Соглашение Денавита-Хартенберга и матрица однородных преобразований.
3. Вывод уравнений движения на основе метода Ньютона-Эйлера.
4. Прямая и обратная рекурсия.
5. Организация вычислительной процедуры

Литература к теме 5: [3,4,6]

Тема 6. Моделирование динамики систем с помощью связных графов

Содержание темы 6:

1. Элементы динамической системы.
2. Общие узлы усилий и потока.
3. Уравнения динамики, полученные методом связных графов.
4. Бесконтурный и контурный связной граф.
5. Динамика манипуляционных роботов методом связных графов.

Литература к теме 6: [5]

Тема 7. Идентификация динамических систем

Содержание темы 7:

- 1 Линейная параметризация уравнений движения.
2. Вектор стандартных динамических параметров. Базовые параметры.
3. Идентификационная динамическая модель.
4. Оптимизация калибровочных траекторий.
5. Обработка экспериментальных данных.
6. Оценивание динамических параметров.
7. Валидация динамической модели.

Литература к теме 7: [6]

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланированы.

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений движения механических систем	4/0	[1, 2, 3, 4]
2	Применение операционной среды SIMULINK к задачам динамики машин.	4/2	[1, 2, 3, 4]
3	Динамическая модель вибрационной установки	6/0	[1, 2, 3, 4]

4	Моделирование динамических процессов привода одного звена робота	4/4	[1, 2, 3, 4]
5	Кинематический и динамический анализ манипулятора	8/0	[1, 2, 3, 4]
6	Анализ и идентификация систем.	8/0	1, 2, 3, 4
Итого:		34/6	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	30/76
2	Подготовка к лабораторным занятиям	24/50
Итого:		54/126

3.6 Индивидуальное задание

В учебном плане курсовой проект (работа) не запланирован

Цель выполнения индивидуального задания - обобщить и систематизировать теоретические и практические знания, приобретенные во время изучения курса, и научить студента использовать эти знания при определении динамических манипуляционной системы промышленного робота.

Тема индивидуального задания: **Кинематический и динамический анализ манипулятора**

Выполнение индивидуального задания предусматривает на основании кинематической схемы манипулятора решении прямой задачи кинематики. Используя уравнения Лагранжа, определяется кинетическая энергия манипулятора, обобщенные силы и моменты в кинематических парах и выполняется динамический анализ манипулятора. Объем 20-25 страниц машинописного текста.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовностью к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену

1. Основные задачи и подзадачи динамики робототехнических систем.
2. Принципы организации движения роботов.
3. Методы получения уравнений динамики многосвязных исполнительных механизмов.
4. Синтез законов движения для прямоугольного закона изменения ускорения.
5. Синтез законов движения для синусоидального закона изменения ускорения.
6. Определение абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора.
7. Метод обратных преобразований в решении обратной задачи манипуляторов.
8. Динамический синтез и анализ манипулятора.
9. Стандартная процедура на основе метода Эйлера-Лагранжа для вывода уравнения движения произвольной робототехнической системы.
10. Определение кинетической и потенциальной энергий звена робота.
11. Вывод уравнения движения плоского манипулятора.
12. Метод Ньютона-Эйлера при получении уравнений динамики робототехнических систем.
13. Прямая и обратная рекурсия.
14. Законы движения по обобщенным координатам манипулятора.
15. Расчет закона движения схвата в абсолютной системе координат.
16. Динамический синтез (обратная задача динамики) манипуляционных систем промышленных роботов.
17. Применение метода связанных графов для решения динамики роботов.
18. Идентификация динамических моделей.
19. Оптимизация калибровочных траекторий при идентификации динамических моделей.
- 20.. Оценивание динамических параметров и валидация динамической модели

при ее идентификации.

21. Теоретические основы метода связанных графов.

22. Моделирование динамики манипуляционных роботов методом связанных графов.

4.3 Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:	Магистратура
	(бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки (специальность):	15.04.06 Мехатроника и робототехника
	(код, название)
Профиль (магистерская программа, специализация):	Робототехника и гибкие производственные системы
	(название)
Семестр:	1
Учебная дисциплина:	Динамика робототехнических систем

БИЛЕТ № 1

1. Мехатронная система как объект проектирования.

2. Модель динамики электропривода на основе двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Утверждено на заседании кафедры	Мехатронные системы машиностроительного оборудования
	(наименование кафедры полностью)
Протокол	№ 1 от 29.08.19
Зав. кафедрой	Гусев В.В.
	(подпись) (Ф.И.О.)
Экзаменатор	Гусев В.В.
	(подпись) (Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания на экзамене.

В каждом билете содержится три вопроса: два теоретических и практический. Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты 0,4 и 0,6.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае грамотного и правильного ответа на вопрос, использовал теоретические положения для обоснования ответов и решений, не допустил неточности в ответах, обнаружил знакомство с учебной, нормативной и технической литературой, убедительно аргументирует ответы. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS.

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ.

Оценка лабораторных работ и индивидуального задания проводится из 100 баллов за каждую (отсутствие - 0 баллов).

Снижение оценки за выполненную лабораторную работу (индивидуального задания) осуществляется: при небрежном оформлении с ошибками на 10 баллов; при слабом понимании сути методики решения задачи на 10 баллов; не знает терминологию 5 балла; не отвечает на контрольные вопросы 15 баллов. Итоговая оценка определяется как средняя по всем работам.

Результирующая оценка по текущему контролю определяется как средняя по всем лабораторным работам и индивидуальному заданию.

4.3 Контроль освоения дисциплины

Итоговая оценка по курсу определяется как средняя по текущему контролю и экзамену.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Основная литература

1. Основы робототехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С. А. Кудрявцев [и др.] ; С.А. Кудрявцев, А.А. Иванов, А.А. Москвичев, А.Р. Кварталов ; ГОУ ВПО "Нижегород. гос. ун-т им. Р.Е. Алексеева. - 18 Мб. - Нижний Новгород : [б.и.], 2010. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/17/cd6533.pdf>
2. Егоров О.Д. Робототехнические мехатронные системы [Электронный ресурс] : учебник для вузов / О. Д. Егоров, Ю. В. Подураев, М. А. Буйнов ; О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев, М.А. Буйнов. - 47 Мб. - Москва : Станкин, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/17/cd6752.pdf>

3. Кремлев А.С. Моделирование и программирование робототехнических комплексов [Электронный ресурс] / А. С. Кремлев, К. А. Зименко, А. С. Боргуль ; А.С. Кремлев, К.А. Зименко, А.С. Боргуль. - 5 Мб. - Санкт-Петербург : [б.и.], 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5658.pdf>

II Дополнительная литература

4. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / А.П. Лукинов. - 14 Мб. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – С.П.: Лань, 2012. – 605с. <http://ed.donntu.org/books/17/cd8070.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Динамика робототехнических систем» направления подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. мехатронных систем машиностроительного оборудования ; сост. : В. В. Гусев, А. Д. Молчанов. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. 26 ст 1,6=0,8*2 (доступ через личный кабинет студента)

6. Методические рекомендации по индивидуальному заданию и самостоятельной работе по дисциплине «Динамика робототехнических систем» : для обучающихся по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. мехатронных систем машиностроительного оборудования ; сост.: В. В. Гусев, А. Д. Молчанов. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. 26 ст 1,6=0,8*2 (доступ через личный кабинет студента)

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

Учебная аудитория № 6.202а учебный корпус 6 для проведения занятий лекционного типа: (мультимедийное оборудование: ноутбук Операционная система Microsoft Windows XP Libreoffice 5.3.4.(2017), проектор м/мед .EPSON-X5 XGA

2200 Ansi, экран; учебно-наглядные пособия: стенды, специализированная мебель: доска аудиторная, парты.).

2. Лабораторные занятия

Учебная лаборатория № 6.202 учебный корпус 6 для проведения лабораторных занятий. Компьютер Athlon 3500/2*512/250 Компьютер Athlon 3500/512/160-4ПК arduino (Лицензия GNU LGPL v2.1), GPSS World Student (Лицензия GNU LGPL v3), PascalABC.NET (Лицензия GNU LGPL v3), T-FLEX72 (Лицензия GNU LGPL v3), AnyLogic (Лицензия GNU LGPL v3), Smath Studio (Лицензия GNU LGPL v3), V-Rep (Лицензия GNU LGPL v3), SciLab (Лицензия GNU LGPL v2), LibroOffice 4.3.0 (Лицензия GNU LGPL v3), Ultimaker Cura (Лицензия GNU LGPL v3), MozillaFirefox (лицензия MPL2.0), Manjari 17 (Лицензия GNU LGPL v3).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: аудитория №6.212 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. . Компьютер(с/б) IntelCore 2Duo E8200 2.66/2Gb/320Gb/монитор22 - 4ПК:arduino (Лицензия GNU LGPL v2.1), GPSS World Student (Лицензия GNU LGPL v3), PascalABC.NET (Лицензия GNU LGPL v3), T-FLEX72 (Лицензия GNU LGPL v3), AnyLogic (Лицензия GNU LGPL v3), Smath Studio (Лицензия GNU LGPL v3), V-Rep (Лицензия GNU LGPL v3), SciLab (Лицензия GNU LGPL v2), LibroOffice 4/3.0 (Лицензия GNU LGPL v3), Ultimaker Cura (Лицензия GNU LGPL v3), MozillaFirefox (лицензия MPL2.0), Manjari 17 (Лицензия GNU LGPL v).