

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:



Проректора по научно-педагогической работе ДОННТУ

А.Б. Бирюков

(подпись)

06 20 19 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В4 «Кинематика и динамика робототехнических систем»

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления / специальности)

Магистерская программа: Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4 (144)	4 (144)
Контактная работа (час.)	72	20
Лекции (час.)	17	8
Практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Лабораторные работы (час.)	51	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе	40	94
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Индивидуальное задание (кол./час.)	-	1/22
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен,36	Экзамен,36

Донецк, 2019 г.

Рабочая программа дисциплины «Кинематика и динамика робототехнических систем» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» для 2019 года приёма.

Составитель: Гусев Владимир Владиленович, доктор технических наук, заведующий кафедрой, профессор.

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры Мехатронные системы машиностроительных производств Протокол от 17 05 2019 года № 10

Заведующий кафедрой

(подпись)

Гусев В.В..

(Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДонНТУ по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Протокол от «29» 05 2019 года № 5

Председатель

(подпись)

Кононенко А.П.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 2020 года приёма на заседании кафедры Мехатрон-
ные системы машиностроительных производств.

Протокол от « 05 » 05 2020 года № 9
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20__ года приёма на заседании кафедры Мехатрон-
ные системы машиностроительных производств.

Протокол от « ____ » _____ 20__ года № ____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20__ года приёма на заседании кафедры Мехатрон-
ные системы машиностроительных производств.

Протокол от « ____ » _____ 20__ года № ____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20__ года приёма на заседании кафедры Мехатрон-
ные системы машиностроительных производств.

Протокол от « ____ » _____ 20__ года № ____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20__ года приёма на заседании кафедры Мехатрон-
ные системы машиностроительных производств.

Протокол от « ____ » _____ 20__ года № ____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (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 систем.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способность к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения (ОК-2);

– способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении (ОПК-1);

– способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований (ОПК-2);

– способность получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа (ОПК-3);

– способность оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии (ПК-3);

- способность разрабатывать методические и нормативные материалы, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ (ПК-4);
- способность подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения (ПК-23);
- способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений (ПК-24);
- готовность применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования (ПК-26).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла по выбору вуза. Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

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

№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (*)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СР
1	Промышленные роботы. Кинематика манипулятора.	28	6 (4)	-	12 (6)	10 (22)
2	Звенья промышленного робота, сочленения и их параметры.	36	6 (2)	-	18 (0)	12 (34)
3	Динамика манипулятора	44	5 (2)	-	21 (0)	18 (16)
4	Индивидуальное задание					0 (22)
Итого по видам занятий		108	17 (8)	0	51 (6)	40 (94)
Контроль, экзамен		36 (36)				
ИТОГО		144				

* – в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОК-2	Тема 1,3
ОПК-1	Тема 2,3
ОПК-2	Тема 1,2,3
ОПК-3	Тема 1,2,3
ПК-3	Тема 1
ПК-4	Темы 1,2
ПК-23	Тема 1
ПК-24	Тема 1
ПК-26	Тема 1,2,3

3.2 Лекции

Тема 1. Промышленные роботы. Кинематика манипулятора.

Содержание темы 1:

1.1 Введение. Классификация промышленного роботов.

1.2 Принципиальное устройство промышленного робота.

1.3 Основные задачи кинематики манипулятора.

1.4 Прямая задача кинематики.

1.5 Матрицы сложных поворотов.

1.6 Представление матриц поворота через углы Эйлера.

1.7 Свойства матриц поворота.

1.7 Однородные координаты и матрицы преобразований.

Литература к теме 1: [[1](#), [2,4](#)]

[1,2,3,4]

Тема 2. Звенья промышленного робота, сочленения и их параметры.

Содержание темы 2:

2.1 Представление Денавита – Хартенберга.

2.2 Алгоритм формирования систем координат звеньев.

2.3 Уравнения кинематики манипулятора.

2.4 Классификация манипуляторов.

2.5 Обратная задача кинематики.

2.6 Метод обратных преобразований.

2.7 Решение обратной задачи для манипулятора.

2.8 Решение обратной задачи кинематики для первых трех сочленений.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#), [4](#)]

Тема 3. Динамика промышленного робота.

3.1 Метод Лагранжа-Эйлера.

3.2 Скорость произвольной точки звена манипулятора.

3.3 Кинематическая энергия манипулятора.

3.4 Потенциальная энергия манипулятора.**3.5 Уравнение движения манипулятора.****3.6 Двухзвенный манипулятор.**Литература к теме 3: [\[1, 2, 4\]](#)**3.3 Лабораторные занятия**

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литера- тура
1	Прямая и обратная задачи рабочего органа манипулятора	4	[1, 2, 3, 4]
2	Программирование в среде MATLAB.	6	[3]
3	Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений движения механических систем в MATLAB.	4	[3, 5]
4	Применение операционной среды SIMULINK к задачам динамики машин	6	[3, 5]
5	Динамическая модель вибрационной установки	4	[3, 4]
6	Анализ и идентификация систем.	6	[3, 5]
7	Исследование разомкнутой линейной системы.	6	[3, 4, 5]
8	Проектирование регулятора для линейной системы	6	[1, 2, 3, 5]
9	Моделирование систем управления в пакете Simulink	6	[1, 2, 3, 5]
10	Моделирование нелинейных систем управления	3	[1, 2, 3, 5]
Итого:		51	

3.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Подготовка к лекционным занятиям	12 (30)
2	Подготовка к лабораторным занятиям	28 (42)
	Индивидуальное задание	- (22)
Итого:		40 (94)

3.4 Индивидуальное задание

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 характеристик промышленного робота. Индивидуальное задание выдается преподавателем. Работа выполняется с использованием пакета MatLab.

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 готовности 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. Принципиальное устройство промышленного робота.
2. Классификация кинематических пар по числу связей и по подвижности.
3. Рабочее пространство манипулятора. Зона обслуживания манипулятора. Подвижность манипулятора. Маневренность манипулятора.
4. Системы координат "руки" манипулятора
5. Что такое угол сервиса
6. Представление Денавита-Хартенберга.
7. Алгоритм формирования систем координат звеньев.
8. Каким образом рассчитывается число степеней подвижности манипулятора?
9. Прямая задача кинематики.
10. Обратная задача кинематики.
11. Метод Лагранжа-Эйлера.
12. Скорость произвольной точки звена манипулятора.
13. Кинематическая энергия манипулятора.
14. Потенциальная энергия манипулятора.
15. Сравнительный анализ методов динамики.
16. Автоматизация математического моделирования мехатронной системы.
17. Модели динамики мехатронных систем и формы их представления
18. Модель динамики электропривода на основе двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

19. Моделирование нелинейных систем управления.
20. Оптимизация нелинейных систем.

4.3 Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:

магистратура

Направление подготовки (специальность):

(бакалавриат, специалитет, магистратура)
15.04.02 Технологические. машины и оборудование
(код, название)

Профиль (магистерская программа, специализация):

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств
(название)

Семестр:

2

Учебная дисциплина:

КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ПР

БИЛЕТ № 1

1. Рабочее пространство манипулятора. Зона обслуживания манипулятора. Подвижность манипулятора. Маневренность манипулятора.

2. Для робота ABB IRB 140 матрицы движения звеньев имеют вид

$$\begin{array}{l}
 d1(l1) = 352 \text{ мм} \\
 a1 - \text{линейное смещение} = 70 \text{ мм} \\
 \alpha 1 - \text{угловое смещение} = \pi/2
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 d1(l1) = 0 \text{ мм} \\
 a1 - \text{линейное смещение} = 712 - 352 = 360 \text{ мм} \\
 \alpha 1 - \text{угловое смещение} = 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 d1(l1) = 0 \text{ мм} \\
 a1 - \text{линейное смещение} = 240 \text{ мм} \\
 \alpha 1 - \text{угловое смещение} = \pi/2
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5
 \end{array}$$

Определите положение схвата на 10-й секунде работы робота. Постройте график траектории движения схвата в горизонтальной плоскости.

утверждено на заседании кафедры Мехатронные системы машиностроительного оборудования
(наименование кафедры полностью)

Протокол № 1 от 29.08.19

Зав. кафедрой

Гусев В.В.

(подпись)

Экзаменатор

Молчанов А.Д..

(подпись)

КРИТЕРИИ

В каждом билете содержится два вопроса: 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).

В случае практического вопроса оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не исказившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Полученная оценка по 100-бальной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ESTS.

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

4.3 Контроль освоения дисциплины

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения и во время защиты результатов полученных при выполнении лабораторных работ. **Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме зачета в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете (новая редакция)», утвержденном приказом ДонНТУ № 1006-14 от 01.12.2016г.

Для определения уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I 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. Герман-Галкин С.Г. Matlab and Simulink: проектирование мехатронных систем на ПК : [учебное пособие для вузов]. – СПб. Корона-Век, 2008. – 368с. <http://ed.donntu.org/books/17/cd6763.djvu>

II Дополнительная литература

4. 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>
5. 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:

6. Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Кинематика и динамика робототехнических систем» [Электронный ресурс] / сост. А.Д. Молчанов. - Донецк: ДОННТУ, 2019. – 27 с. – 1 файл. – Системные требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

Электронно-информационные ресурсы

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

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. Windows 8.1 Professionalx86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.0 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0).

2. Лабораторные занятия

Специализированная лаборатория металлорежущих станков и робототехнических комплексов №6.101 учебный корпус 6 для проведения лабораторных занятий токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3C5; токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3PH; плоскошлифовальный станок модели 3Д711АФ11; токарно-револьверный станок 1341; токарно-револьверный автомат 1Б136; поперечно-строгальный станок 7Б35; зубодолбежный станок 5А12; зубофрезерный станок 5К32; горизонтально-фрезерный станок 6М82; заточной станок 3672; заточной станок 3В642; заточной станок 3А64; заточной станок 3В632В; заточной станок 3В652; промышленный робот «Универсал-5»; настольный манипулятор РФ-202М; генератор импульсов ШГИ-125-100М; источник технологического тока ИТТ-35; профилограф-профилометр М201; система измерительная универсальная НЗ38-4; отрезной ножовочный станок Н-1.

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 – 4 ПК: 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), Mozilla Firefox (лицензия MPL 2.0), Manjari 17 (Лицензия GNU LGPL v3).

Составитель рабочей программы:



(подпись)

Молчанов А.Д.