

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



(подпись)

Каракозов А. А.

» 03 20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 Адаптивные системы управления станочными комплексами

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления / специальности)

Направленность (профиль): Робототехника и гибкие производственные системы

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная

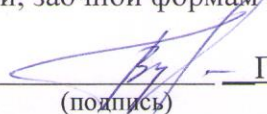
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	5,0 (180)	5,0 (180)
Контактная работа (час.)	72	16
Лекции (час.)	34	4
Лабораторные работы (час.)	34	6
Практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	63	128
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 45	Экзамен, 36

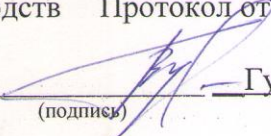
Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Адаптивные системы управления станочными комплексами» 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:

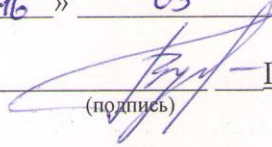
заведующий кафедрой, д.т.н. профессор  – Гусев В.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры Мехатронные системы машиностроительных производств Протокол от «16» 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой  – Гусев В.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «16» 03 2023 года № 1

Председатель  – Гусев В.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы работы систем адаптивного управления металлорежущих станков и станочных комплексов.

Целью дисциплины «Адаптивные системы управления станочными комплексами» является формирование у студентов теоретических знаний об основах создания адаптивных систем управления в автоматизированном производстве, которые позволяют повысить точность и качество машиностроительной продукции.

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:

- технологические основы создания адаптивных систем управления технологическим оборудованием;
- особенности проектирования элементов адаптивных систем управления машиностроительной продукцией;
- основы моделирования и анализа работы элементов адаптивных систем управления машиностроительной продукцией.

уметь:

- предложить адаптивную систему управления машиностроительной продукцией для конкретных условий производства;
- разработать техническое задание на проектирование адаптивной системы управления;
- разработать функциональную и структурную схему адаптивной системы управления;

владеть: практическими навыками анализа работы адаптивной системы управления по обеспечению точности и качества изделия при его обработке;

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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-5 способностью подготавливать технические задания на проектирование мехатронных робототехнических систем, их подсистем и отдельных устройств с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств

автоматики, измерительной и вычислительной техники, а также новых устройств и подсистем.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению «Мехатроника и робототехника» и «Сенсоры робототехнических систем», «Системы программного управления робототехническими комплексами» магистров.

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. (Семин.)	Лабор.	СР
Тема 1. Введение. Классификация систем адаптивного управления. Методы управления процессом резания.	7/8	4/0	0	0	3/8
Тема 2. Анализ процесса формообразования на станках с ЧПУ. Методы автоматического управления процессом резания.	36/38	8/2	0	14/4	14/32
Тема 3. Адаптивные системы управления промышленного робота	22/24	6/2	0	8/2	8/20
Тема 4. Оптимизация ТП обработки деталей.	26/26	6/0	0	2/0	18/26
Тема 5. Выбор источника информации и места встройки измерительного устройства.	8/10	4/0	0	0	4/10
Тема 6. Построение математической модели объекта и расчет систем адаптивного управления.	32/32	6/0	0	10/0	16/32
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	0	0	0	0	0
Итого по видам занятий		34/4	0	34/6	63/128
Контроль	45/36				
ИТОГО:	180				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ОПК-13	Тема 4
ПК-1	Тема 1,2,3,6
ПК-5	Темы 2,4,6

3.2 Лекции

Тема 1. Введение. Классификация систем адаптивного управления. Методы управления процессом резания.

Содержание темы 1:

1.1 Введение.

1.2 Классификация адаптивных систем.

1.3 Адаптивные системы предельного и оптимального управления.

Литература к теме 1: [[1](#), [2](#)]

Тема 2. Анализ процесса формообразования на станках с ЧПУ. Методы автоматического управления процессом резания.

Содержание темы 2:

2.1. Анализ процесса формирования погрешности при обработке на станке с ЧПУ.

2.2 Управление обработкой по возмущению и по ошибке обработки.

2.3 Коррекция эквидистанты обработки по текущей информации.

2.4 Коррекция эквидистанты по априорной информации.

2.5 Коррекция эквидистанты по апостериорной информации.

2.6 Управление режимами резания по априорной информации.

2.7 Управление режимами резания по текущей информации.

2.8 Управление режимами резания по априорной информации и коррекция эквидистанты по апостериорной информации.

2.9 Стабилизация режимами резания по текущей информации и коррекция эквидистанты по априорной информации.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#), [3](#)]

Тема 3. Адаптивные системы управления промышленного робота

3.1 Особенности адаптивных систем ПР

3.2 ГПМ и промышленные роботы

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#), [3](#)]

Тема 4. Оптимизация ТП обработки деталей.

4.1 Критерии оптимизации режимов резания.

4.2 Структурная схема оптимального регулирования.

4.3 Поисковые и беспойсковые системы оптимального управления..

4.4 Стратегия оптимизации.

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#), [3](#)]

Тема 5. Выбор источника информации и места встройки измерительного устройства.

Содержание темы 5:

5.1 Требования к измерительному устройству.

5.2 Показатели качества измерений.

5.3 Типы измерительного преобразователя.

5.4 Место установки измерительного преобразователя.

5.5 Динамометрические устройства для измерения силы резания.

5.6 Измерение момента силы резания.

Литература к теме 5: [1, 2, 3]

Тема 6. Построение математической модели объекта и расчет систем адаптивного управления.

Содержание темы 6:

6.1 Описание и анализ технологических управляемых систем.

6.2 Математическая модель технологического процесса.

6.3 Математическая модель системы управления.

6.4 Статический и динамический расчет САУ.

Литература к теме 6: [1, 2, 3]

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланированы.

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литера- тура
1	Исследование устойчивости САУ по критерию Гурвица	4/4	[1, 2, 3, 4]
2	Исследование точности САУ в режиме движения по гармоническому закону	2/0	[1, 2, 3, 4]
3	Определение характеристик САУ управления продольной подачей при точении	2/0	[1, 2, 3, 4]
4	Влияние астатизма на качество САУ ПР, на ее устойчивость	2/2	[1, 2, 3, 4]
5	Влияние ПД-регулятора ПР на качество САУ	2/0	[1, 2, 3, 4]
6	Проектирование оптимального по быстродействию привода подачи станка с ЧПУ	4/0	[1, 2, 3, 4]
7	Анализ свойств системы поиска экстремума со старшей производной в управлении	4/0	[1, 2, 3, 4]
8	Исследование свойств оптимальной по быстродействию системы	4/0	[1, 2, 3, 4]
9	Построение математической модели объекта и расчет систем адаптивного управления.	8/0	[1, 2, 4, 5]
10	Определение оптимального режима резания при точении	2/0	[1, 2, 3, 4]
Итого:		34/6	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	30/70
2	Подготовка к лабораторным занятиям	33/58
Итого:		63/128

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание В учебном плане курсовой проект (работа) не запланированы.

Индивидуальное задание: спроектировать привод станка. Этапы индивидуального задания:

- Краткое описание назначения и принципа действия САУ станка.
- Функциональная схема с описанием каждого элемента.
- Описание передаточных функций всех элементов САУ
- Выполнение структурной схемы САУ с определением необходимых передаточных функций.
- Определение устойчивости САУ. Оценка запаса устойчивости по амплитуде и фазе. Коррекция параметров или структуры САУ в случае необходимости. Приведение скорректированной структуры.
- Построение переходной характеристики по заданному входу.
- Анализ критериев качества САУ.
- Выводы.

Темы приведены в методических указаниях [5], а выполнение в соответствии с рекомендациями литературы [2]. Объем индивидуального задания 20-25 стр.

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. Классификация адаптивных систем.
2. Адаптивные системы предельного и оптимального управления.
3. Анализ процесса формирования погрешности при обработке на станке с ЧПУ.
4. Управление обработкой по возмущению и по ошибке обработки.
5. Коррекция эквидистанты обработки по текущей информации.
6. Коррекция эквидистанты по априорной информации.
7. Коррекция эквидистанты по апостериорной информации.
8. Управление режимами резания по априорной информации.
9. Управление режимами резания по текущей информации.
10. Управление режимами резания по априорной информации и коррекция эквидистанты по апостериорной информации.
11. Стабилизация режимами резания по текущей информации и коррекция эквидистанты по априорной информации.
12. Критерии оптимизации режимов резания.
13. Структурная схема оптимального регулирования.
14. Поисковые и беспоисковые системы оптимального управления.
15. Стратегия оптимизации.
16. Требования к динамометрическому устройству.
17. Показатели качества измерений.
18. Типы измерительного преобразователя.
19. Место установки измерительного преобразователя.
20. Динамометрические устройства для измерения силы резания.
21. Измерение момента силы резания.
22. Описание и анализ технологических управляемых систем.
23. Математическая модель технологического процесса.
24. Математическая модель системы управления.
25. Статический и динамический расчет САУ.

26. Устойчивость работы САУ, запас устойчивости. Критерии устойчивой работы.
27. Повышение устойчивости работы САУ за счет корректирующих элементов.
28. Оценка точности САУ.
29. Методы повышения точности САУ. Пропорционально-интегральное регулирование.
30. Регулирование в САУ по пропорционально-дифференциальному закону.
31. Комбинированное управление в САУ.
32. Определить передаточную функцию САУ
33. Найти характеристическое уравнение для приведенной САУ
34. Оценить устойчивость САУ (запас по амплитуде и фазе) по передаточной функции.
35. Построить функциональную и структурную схему САУ.

4.3 Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:

магистратура

Направление подготовки (специальность):

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

15.04.06 Мехатроника и робототехника

(код, название)

Профиль (магистерская программа, специализация):

Робототехника и гибкие производственные системы

(название)

Семестр:

1

Учебная дисциплина:

Адаптивные системы управления станочными комплексами

БИЛЕТ № 1

1. Стабилизация режимами резания по текущей информации и коррекция эквидистанты по априорной информации.

2. Устойчивость работы САУ, запас устойчивости. Критерии устойчивой работы

3. Построить структурную и функциональную схему САУ

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)

Гусев В.В.

(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания на экзамене.

В каждом билете содержится три вопроса: два теоретических и практический. Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты 0,3; 0,3 и 0,4.

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 описания расчетной схемы, 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), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие 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 ECTS.

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

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.

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

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Ким, Д.П. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов. Т. 2 : Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Д. П. Ким ; Д.П. Ким. - [2-е изд., испр. и доп.]. - 5 Мб. - Москва : Физматлит, 2016. <http://ed.donntu.org/books/17/cd6803.pdf>
2. Петраков Ю.В. Теория автоматического управления технологическими системами [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 220100-Системный анализ и управление / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. - 9 Мб. - Москва : Машиностроение, 2010. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader
<http://ed.donntu.org/books/17/cd7308.djvu>

II Дополнительная литература

3. Макаренко, С.И. Интеллектуальные информационные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С. И. Макаренко ; С.И. Макаренко ; ГОУ ВПО "Моск. гос. гуманитар. ун-т им. М.А. Шолохова", Ставрополь. филиал. - 2 Мб. - Ставрополь : МГГУ им. М.А. Шолохова, 2009. <http://ed.donntu.org/books/17/cd7063.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

4. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Адаптивные системы управления станочными комплексами» : для обучающихся по направлениям подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» 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. (доступ через личный кабинет студента)
5. Методические рекомендации к выполнению индивидуального задания и самостоятельной работы по дисциплине «Адаптивные системы управления ста-

ночными комплексами» : для студентов по направлениям подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» 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. (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).