

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.О.09 Системы программного управ-**  
**ления робототехническими комплексами**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
(специальность):

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность Робототехника и гибкие производственные  
(специализация): системы

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: Магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: Очная

(очная, заочная, очно-заочная)

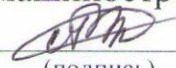
Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4/144
Контактная работа (час.), в том числе:	55	16
лекции (час.)	17	4
лабораторные работы (час.)	34	6
практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	53	92
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Системы программного управления робототехническими комплексами» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (специализация – Робототехника и гибкие производственные системы) для 2023 года приёма по очной форме обучения.

Составитель:

доцент кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования», канд. техн. наук,

  
(подпись)

Поезд С.А.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «16» 03 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Протокол от «16» 03 2023 года № 4

Председатель

  
(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «    »      20\_\_ года №     

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «    »      20\_\_ года №     

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов навыков программирования работы робототехнических комплексов.

Задачей изучения дисциплины является освоение студентами навыков составления алгоритмов автоматического и автоматизированного управления, программ работы промышленных роботов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:** основные параметры работы робототехнических комплексов, основные принципы составления алгоритмов управления, разработку программ управления промышленных роботов;

**Уметь:** разработать алгоритм перемещений промышленного робота при загрузке оборудования и написать программу управления;

**Владеть:** способностью использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в робототехнических системах.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих **компетенций**: общепрофессиональных ОПК-4 - Способность использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов, ОПК-5 - способность разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил, ОПК-11 - способность организовывать 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-12 - способность организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Моделирование механических систем», «Теория проектирования автоматизированных станочных комплексов».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор	Практ. (Семина.).	СР
Тема 1. Алгоритмы управления движением мехатронных систем.	27	4/2	8/2	0	15/23
Тема 2. Управление траекторными перемещениями исполнительных модулей роботов.	40/38	7/2	14/2	0	19/34
Тема 3. Управление в мобильной робототехнике.	37	6	12/2	0	19/35
Контактная работа (дополнительная)	4/6	0	0	0	0
Курсовая работа (проект)	0	0	0	0	0
Итого по видам занятий	108	17/4	34/6	0	53/92
Контроль	36	0	0	0	0
<b>ИТОГО:</b>	144				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ОПК-4, ОПК-5, ОПК-11, ОПК-12	Тема 1
ОПК-4, ОПК-5, ОПК-11, ОПК-12	Тема 2
ОПК-4, ОПК-5, ОПК-11, ОПК-12	Тема 3

#### 3.2 Лекции

Тема 1. Алгоритмы управления движением мехатронных систем.

Содержание темы 1:

Подготовка информации к программированию движения.

Представление траектории движения.

Определение координат заданного контура.

Расчёт траекторий движения.

Кодирование информации.

Определение координат опорных точек траектории движения на плоскости.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4]

Тема 2. Управление траекторными перемещениями исполнительных модулей роботов.

Содержание темы 2:

Уровни иерархии управления.

Программные системы.

Показатели качества управления движением.

Интерполяция траекторий движения мехатронной системы.

Основные методы интерполяции.

Оптимизация алгоритмов построения траекторий.

Управление контурной скоростью.

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 4]

Тема 3. Управление в мобильной робототехнике.

Содержание темы 3:

Локализация робота в пространстве.

Вероятностная локализация.

Системы координат.

Алгоритмы локализации.

Алгоритмы прохождения лабиринтов.

Движение вдоль опорной поверхности.

Литература к теме 3: [1, 2, 3, 4]

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Лите- ратура
1	Знакомство со средой разработки LEGO MINDSTORMS Education NXT Конструирование базовой модели робота	2/2	[5]
2	Программирование робота с использованием контроллера	2/2	[5]
3	Программирование робота на выполнение простых и сложных действий. Многозадачность	4/2	[5]
4	Шины данных. Регистрация собранных данных	4	[5]
5	Использование блока «Переключатель». Программирование графиков	4	[5]
6	Сборка робота- манипулятора	4	[5]
7	Программирование робота- манипулятора	6	[5]
8	Разработка программы печати на 3-D принтере с помощью программ-слайсеров	2	[5]



9	Корректировка G-кода печати на 3-D принтере вручную	6	[5]
<b>ИТОГО:</b>		34/6	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	15/30
2	Подготовка к практическим занятиям	0
3	Подготовка к лабораторным работам	38/52
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	0
6	Выполнение индивидуального задания	0/10
<b>ИТОГО:</b>		53/92

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом курсовой проект не запланирован.

Индивидуальному заданию предусмотрено для заочной формы обучения.

Выполнение индивидуального задания предполагает выполнение лабораторных работ и составление отчета по ним.

## 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. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- 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;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую литературу, передовой опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

#### 4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Учебным планом экзамен не запланирован

#### 4.3 Критерии оценивания

Студент получает зачет, когда все лабораторные выполнены и защищены. Положительные ответы на контрольных опросах.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной 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	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

Вопросы контрольных опросов

1. Назначения и выполняемые функции систем управления.
2. Алгоритмизация процесса управления в мехатронной системе.
3. Структура системы управления.
4. Программирование в мехатронных системах. Представление траектории движения.



5. Управление движением мехатронного модуля в цикловых, позиционных и контурных системах.
6. Уровни иерархии управления. Режимы управления движением мехатронного модуля.
7. Управление в функции состояния, комбинированные системы.
8. 1 Указатели качества управления движением.
9. Метод оценочной функции.
10. Способы реализации алгоритмов интерполяции.
11. Реализация алгоритмов управления. Позиционные, кинематические и динамические алгоритмы управления. Взаимосвязь и особенности.
12. Реализация алгоритмов управления. Позиционные алгоритмы управления. Взаимосвязь и особенности.
13. Реализация алгоритмов управления. Кинематические алгоритмы управления. Взаимосвязь и особенности.
14. Реализация алгоритмов управления. Динамические алгоритмы управления. Взаимосвязь и особенности.

#### **4.5 Курсовое проектирование**

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **I. Основная литература**

1. 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>
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/cd6533.pdf>
3. 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>

#### **II. Дополнительная литература**

4. Козырев, Ю.Г. Промышленные роботы [Электронный ресурс] : основные типы и технические характеристики : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Козырев ; Ю.Г. Козырев. - 12 Мб. - Москва : КНОРУС, 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9434.pdf>

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические указания для проведения лабораторных работ по дисциплине «Системы программного управления робототехническими комплексами» : для обучающихся по направлению подготовки, 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. мехатронных систем машиностроительного оборудования ; сост. : С. А. Поезд, – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента)

6. Методические указания для проведения индивидуальных и самостоятельных работ по дисциплине «Системы программного управления робототехническими комплексами» : для обучающихся по направлению подготовки, 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. мехатронных систем машиностроительного оборудования ; сост. : С. А. Поезд, И. В. Киселева . – 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>

## 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), Libro Office 4.3.0 (Лицензия GNU LGPL v3), Ultimaker Cura (Лицензия GNU LGPL v3), Mozilla Firefox (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) Intel Core 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 (ЛицензияGNU LGPL v2), Libro Office 4/3.0 (ЛицензияGNU LGPL v3), Ultimaker Cura (Лицензия GNU LGPL v3), Mozilla Firefox (лицензияMPL2.0), Manjari 17 (Лицензия GNULGPLv.

Составитель рабочей программы: \_\_\_\_\_ Поезд С. А.  
(подпись)