

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



Каракозов А.А.

2 марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.02 Робототехника и мехатроника**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
(специальность):

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Информационные технологии машиностроения

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная

(очная, заочная, очно-заочная)

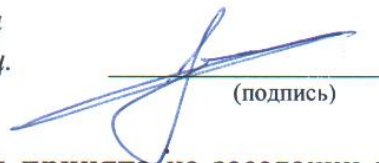
|   |             |
|---|-------------|
| Форма обучения:                             | Очная       |
| Семестр(ы)                                  | 3           |
| Общая трудоёмкость в з.е./часах             | 4/144       |
| Контактная работа (час.), в том числе:      | 55          |
| лекции (час.)                               | 17          |
| лабораторные работы (час.)                  | 34          |
| практические (семинарские) занятия (час.)   | -           |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 53          |
| курсовой проект (работа) (семестр/час.)     | -           |
| Контроль (экзамен, час./зачёт)              | экзамен, 36 |

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «*Робототехника и мехатроника*» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки (специальности) 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (направленность – «Информационные технологии машиностроения») для студентов 2023 года набора по очной форме обучения.

Составитель:

*Доцент кафедры «Технология  
машиностроения», к.т.н., доц.*



(подпись)

Горобец И.А.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Технология машиностроения»

Протокол от «30» марта 2023 года № 8.

Заведующий кафедрой



(подпись)

Михайлов А.Н.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки (специальности) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Протокол от «30» марта 2023 года № 8

Председатель



(подпись)

Михайлов А.Н.

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры  
«Технология машиностроения».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры  
«Технология машиностроения».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры  
«Технология машиностроения».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры  
«Технология машиностроения».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы особенностей конструкции и работы промышленных роботов и мехатронных систем машиностроительного оборудования.

**Целью** изучения дисциплины «Робототехника и мехатроника» является формирование профессиональных компетенций осуществления инновационной деятельности в области машиностроения с применением мехатронных и робототехнических систем.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать** состав, методику выбора и расчёта основных компонентов промышленного робота и мехатронных устройств.

**Уметь** самостоятельно разрабатывать структурные, кинематические схемы промышленных роботов, осуществлять выбор основных компонентов мехатронных устройств, определять наилучший конструктивный вариант оборудования.

**Владеть** методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач; навыками командной работы для осуществления проектно-конструкторской, технологической и научно-исследовательской работы.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- ПК-2 Способность участвовать в разработке проектов машиностроительных изделий и производств с учётом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров.

- ПК-3 Способность составлять описания принципов действия проектируемых процессов, устройств, средств и систем конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств, разрабатывать их эскизные, технические и рабочие проекты, проводить технические расчёты по выполняемым проектам, технико-экономическому анализу эффективности проектируемых машиностроительных производств, реализуемых ими технологий изготовления продукции, средствам и системам оснащения.

- ПК-4 Способность выполнять разработку функциональной, логической, технической и экономической организации машиностроительных производств, их элементов на основе современных методов, средств и технологий проектирования.

- ПК-10 Способность организовывать работы по проектированию новых высоко-эффективных машиностроительных производств и их элементов.

- УК-3 Способность организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образователь-

ных отношений блока 1 дисциплин учебного плана ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ».

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрёл при изучении следующих дисциплин: детали машин, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, материаловедение, математика, физика, теория автоматического управления, электротехника, электроника, гидравлика, основы технологии машиностроения, технологическая оснастка, технологические основы гибкого автоматизированного производства, компьютерное проектирование технических систем.

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<br>(содержательных модулей)   | Количество часов |             |       |                     |    |
|---|------------------|-------------|-------|---------------------|----|
|   | Всего            | В том числе |       |                     |    |
|   |                  | Лекции      | Лабор | Практ.<br>(Семин.). | СР |
| Тема 1. <i>Введение. Мехатронные системы и робототехника.</i>   | 2                | 1           | -     | -                   | 1  |
| Тема 2. <i>Основные термины, классификация промышленных роботов. Место промышленных роботов в ГАЛ</i> | 16               | 2           | 8     | -                   | 6  |
| Тема 3. <i>Структурные схемы и кинематика промышленных роботов. Параллельные роботы.</i>              | 20               | 2           | 8     | -                   | 10 |
| Тема 4. <i>Принципы уравнивания звеньев манипуляторов.</i>  | 4                | 2           | -     | -                   | 2  |
| Тема 5. <i>Кинематический анализ</i>  | 6                | 2           | -     | -                   | 4  |
| Тема 6. <i>Рабочие органы промышленных роботов</i>  | 14               | 2           | 6     | -                   | 8  |
| Тема 7. <i>Точность позиционирования промышленного робота</i>   | 4                | 2           | -     | -                   | 2  |
| Тема 8. <i>Привод промышленных роботов. Виды, особен-</i>   | 4                | 2           | -     | -                   | 2  |

|                                       |     |    |    |   |    |
|---------------------------------------|-----|----|----|---|----|
| ности конструкции, схемы.             |     |    |    |   |    |
| Тема 9. Сенсоры мехатронных устройств | 32  | 2  | 12 |   | 18 |
| Контактная работа (дополнительная)    | 4   | -  | -  | - | -  |
| Итого по видам занятий                | 108 | 17 | 34 | - | 53 |
| Контроль                              | 36  |    |    |   |    |
| <b>ИТОГО:</b>                         | 144 |    |    |   |    |

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции |
|-------------|---|
| ПК-2        | Темы 2, 9   |
| ПК-3        | Темы 3, 4, 5, 6, 7, 8                                   |
| ПК-4        | Темы 3, 4, 5  |
| ПК-10       | Тема 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9                                |
| УК-3        | Темы 2, 3, 6, 9   |

### 3.2 Лекции

Тема 1. *Введение. Мехатронные системы и робототехника.*

Содержание темы 1:

Введение. История возникновения роботов. Мехатроника. История появления и содержание дисциплины. Примеры мехатроники. Общие тенденции развития робототехники.

Литература к теме 1: [1,2,8]

Тема 2. *Основные термины, классификация промышленных роботов. Место промышленных роботов в ГАЛ.*

Содержание темы 2:

Терминология, классификация промышленных роботов. Особенности конструкций роботов первого, второго и третьего поколений. Характеристики и классификация промышленных роботов. Составные части роботов и манипуляторов. Гибкие автоматические линии.

Литература к теме 2: [1,2,3,4]

Тема 3. *Структурные схемы и кинематика промышленных роботов. Параллельные роботы.*

Содержание темы 3:

Общие характеристики кинематики роботов. Разновидности кинематических пар манипуляторов. Структурная схема робота. Системы координат роботов. Общая кинематическая схема манипулятора. Кинематические схемы роботов сферической, ангулярной антропоморфной компоновки. Особенности кинематики сбалансированных манипуляторов. Параллельные структуры.

Литература к теме 3: [1,3,6,8]

#### Тема 4. Принципы уравнивания звеньев манипуляторов.

##### Содержание темы 4:

Активные и пассивные методы уравнивания звеньев манипуляторов. Особенности конструкций и схемы реализации методов уравнивания манипуляторов. Статическое и динамическое уравнивание звеньев робота. Особенности схем конструкций уравнивающих устройств.

##### Литература к теме 4: [1,3,6,8,9]

#### Тема 5. Кинематический анализ

##### Содержание темы 5:

Описание движений звеньев манипулятора. Расчёт взаимного расположения звеньев робота при помощи матриц. Преобразование систем координат. Прямая и обратная задача кинематики робота. Решение прямой и обратной задачи кинематики. Матрицы Якоби. Пример расчёта преобразования координат при помощи матриц Якоби.

##### Литература к теме 5: [1,2,3,6,8,9]

#### Тема 6. Рабочие органы промышленных роботов

##### Содержание темы 6:

Классификация и виды рабочих органов манипулятора. Общие технические характеристики захватных устройств манипуляторов. Особенности конструкций захватных устройств манипуляторов. Расчёт силовых характеристик механических, пневматических, гидравлических, вакуумных и электромагнитных захватных устройств. Технологические рабочие органы манипуляторов. Особенности схем конструкций технологических рабочих органов для сварки, окраски и сборки. Сменные части рабочих органов. Устройства автоматической замены рабочих органов. Адаптивные рабочие органы роботов.

##### Литература к теме 6: [1,2,3,4]

#### Тема 7. Точность позиционирования промышленного робота

##### Содержание темы 7:

Точность позиционирования роботов. Причины возникновения погрешности позиционирования робота. Расчёт погрешности позиционирования робота. Выбор промышленного робота для технологического комплекса оборудования по условию погрешности позиционирования.

##### Литература к теме 7: [1,2,8]

Тема 8. Привод промышленных роботов. Виды, особенности конструкции, схемы.

##### Содержание темы 8:

Виды и классификация приводов роботов. Способы расчёта координат положения частей робота. Пневматический привод. Особенности конструкции, достоинства и недостатки привода. Расчёт силовых характеристик пневмопривода. Гидравлический привод. Особенности конструкции, достоинства и недостатки привода. Расчёт силовых характеристик гидропривода. Электромеханический привод. Особенности конструкции, достоинства и недостатки привода.

##### Литература к теме 8: [2,5,8]

#### Тема 9. Сенсоры мехатронных устройств

##### Содержание темы 9:



Сенсорика. Определение, классификация и виды сенсоров. Особенности схем конструкций сенсоров. Схемы соединения сенсоров.

Литература к теме 9: [4,10]

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

Практические (семинарские) занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

### 3.4 Лабораторные работы

| №<br>п/п      | Тема работы  | Объем, час. | Лите-<br>ратура |
|---------------|--|-------------|-----------------|
| 1             | Изучение состава и технических характеристик РТК.                                    | 4           | [1,3,6,8]       |
| 2             | Изучение параметров и технических характеристик промышленных роботов                 | 4           | [1,3,6,8]       |
| 3             | Разработка структурной схемы манипуляторов промышленных роботов                      | 4           | [1,3,6,8]       |
| 4             | Разработка кинематической схемы манипуляторов промышленных роботов                   | 4           | [1,3,6,8]       |
| 5             | Изучение конструкции захватных устройств промышленных роботов                        | 6           | [1,3,6,8]       |
| 6             | Изучение схем конструкций и схем соединения тензорезисторов                          | 4           | [1,3,6,8]       |
| 7             | Изучение особенностей конструкции сенсоров механических усилий                       | 4           | [1,3,6,8]       |
| 8             | Изучение особенностей конструкции датчиков угловой и линейной скорости и перемещений | 4           | [1,3,6,9]       |
| <b>ИТОГО:</b> |  | 34          |                 |

### 3.5 Самостоятельная работа студента

| №<br>п/п      | Виды самостоятельной работы студента    | Объем,<br>час.<br>очн/очн-<br>заоч/заочн |
|---------------|---|--|
| 1             | Изучение лекционного материала          | 14                                       |
| 2             | Подготовка к практическим занятиям      | -  |
| 3             | Подготовка к лабораторным работам       | 39                                       |
| 4             | Выполнение курсового проекта (36 часов) | -  |
| 5             | Выполнение курсовой работы (27 часов)   | -  |
| <b>ИТОГО:</b> |   | 53                                       |

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

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрены.



## 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 трёх 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. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете (новая редакция)», утверждённом приказом ГОУВПО «ДОННТУ» № 1006-14 от 01.12.2016г.

Перечень вопросов к экзамену:

1. История и предпосылки появления мехатроники
2. Основная цель и предмет мехатроники
3. Исторические этапы развития робототехники
4. Раскрыть особенности роботов 1-3 поколений .
5. Пояснить смысл понятий: манипулятор, сбалансированный манипулятор, автооператор .
6. Пояснить смысл понятий: промышленный робот (ПР), ПР с ЧПУ, адаптивный ПР
7. Классификация ПР

8. Составные части и конструкция ПР
9. Основные технические характеристики ПР
10. Структурные и кинематические схемы ПР .
11. Число степеней подвижности ПР
12. Характеризовать системы координат ПР: прямоугольная, цилиндрическая, сферическая, угловая
13. Кинематический анализ ПР. Прямая и обратная задачи
14. Преобразование координат
15. Параллельные роботы
16. Уравновешивание масс элементов манипулятора ПР.
17. Классификация рабочих органов ПР .
18. Конструкция механических неуправляемых схватов .
19. Механические приводные захватные устройства: клиновые, рычажные, винтовые, реечные, эластичные
20. Технические характеристики захватных устройств .
21. Притяжные захватные устройства: вакуумные, электромагнитные .
22. Определение усилий захвата .
23. Точность позиционирования ПР.
24. Сменные захватные устройства .
25. Адаптивные захватные устройства.
26. Погрешности позиционирования, зависящие от условий эксплуатации ПР
27. Ошибки позиционирования за счет неточности изготовления и сборки .
28. Погрешности позиционирования за счёт люфтов в кинематической схеме манипулятора .
29. Классификация и общие требования к приводам ПР .
30. Особенности пневмопривода ПР.
31. Особенности гидропривода .
32. Особенности электрогидропривода .
33. Особенности электромеханического привода .
34. Направления развития робототехники
35. Принцип действия тензорезистора.
36. Типы тензорезисторов.
37. Достоинства и недостатки проволочных тензорезисторов.
38. Достоинства и недостатки полупроводниковых тензорезисторов.
39. Материалы тензорезисторов.
40. Указать схему расположения тензорезисторов для измерения деформаций растяжения.
41. Указать схему расположения тензорезисторов для измерения деформаций изгиба.
42. Указать схему расположения тензорезисторов для измерения деформаций кручения.
43. Характеризовать схемы соединения тензорезисторов.
44. Использование пьезоэффекта для измерения физических величин.
45. Емкостные датчики. Основные схемы конструкции и принцип действия.

46. Использование электромагнитного эффекта для измерения механических величин.
47. Индуктивные датчики. Схемы конструкции и принцип действия.
48. Магнитоупругие датчики. Разновидности схем конструкций магнитоупругих датчиков.
49. Использование эффекта Холла для измерения механических величин.
50. Оптический эффект. Использование эффекта в сенсорах.

#### **Примерный перечень задач к экзамену:**

1. Составление структурных схем манипуляторов. Расчёт степеней подвижности.
2. Обоснование выбора места расположения тензорезисторов в конструкции сенсора.
3. Разработка схемы конструкции сенсора для измерения механических усилий.

### **4.3 Пример экзаменационного билета**

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Программа:              | магистратура   |
| Направление подготовки: | (бакалавриат, специалитет, магистратура)<br>15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» |
| Направленность          | (код, название)<br>Информационные технологии машиностроения  |
| Семестр:                | (название)<br>3 семестр учебного года 2022-2023г.г.  |
| Учебная дисциплина:     | Б1.В.03 Робототехника и мехатроника  |

#### **Экзаменационный билет № 3**

1. Поколения роботов. (20 баллов).
2. Структурные и кинематические схемы ПР. (20 баллов).
3. Технические характеристики захватных устройств. (20 баллов).
4. Задача. Разработать структурную схему робота (см. рисунок) с указанием и нумерацией звеньев и движений. (40 баллов)

*Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры Технология машиностроения  
Протокол № 1 от 31.08.2022*

*Зав. кафедрой*

*Михайлов А.Н. Лектор*

*Горобец И.А.*

### **4.4 Критерии оценивания экзаменационного билета**

В каждом билете содержится три теоретических вопроса (задание №1-3) и одна задача (задания №4). Заданиям №1-4 присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,2; 0,2; 0,2 и 0,4. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. 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 учётом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится при представлении полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин 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 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.

Пример расчёта итоговой оценки по экзамену.

В билете имеется 4 задания с весовыми коэффициентами 0,2; 0,2; 0,2 и 0,4. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 90, 70, 85 и 90, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:  $0,2 \cdot 90 + 0,2 \cdot 70 + 0,2 \cdot 85 + 0,4 \cdot 90 = 85$  баллов.

Полученная оценка, рассчитанная по 100-балльной шкале, определяет оценку ответа на экзаменационный билет и далее участвует в подведении итогов аттестации по дисциплине.

#### 4.5 Критерии оценивания итоговой аттестации

| Наименование оценочного средства                             | Сроки выполнения   | Шкала оценивания                       | Критерии оценивания  |
|--|--------------------|--|--|
| <b>Промежуточная аттестация в форме экзамена (5 семестр)</b> |                    |  |  |
| Лабораторная работа № 1-5                                    | В течение семестра | По 10 баллов максимум за каждую работу | 10 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>8 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>6 баллов – студент показал |

|         |  |                    |   |
|---------|--|--------------------|---|
|         |  |                    | удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.<br>0 - 4 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. |
| Экзамен | Оценивание уровня усвоенных теоретических знаний | 50 баллов максимум | Полученная оценка по итогу проверки экзаменационного билета (см.п.4.4) по 100-балльной шкале делится на два.  |
| ИТОГО:  |  | 100 баллов         |   |

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку итоговой аттестации 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             |

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### I. Основная литература

1. Промышленные роботы: основные типы и технические характеристики: [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Ю.Г.Козырев. – М.: КНОРУС, 2017.- 560с. - 1 файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9434.pdf> . - Загл. с экрана.
2. Моисеев, Ю. И. Применение промышленных роботов для загрузки металлообрабатывающего оборудования [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Ю. И. Моисеев. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2013. – 170 с. - 1

файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9444.pdf>. - Загл. с экрана.

## **II. Дополнительная литература**

- 3 Робототехнические мехатронные системы: [Электронный ресурс] : [учебник] / О.Д.Егоров, Ю.В.Подураев, М.А.Буйнов. – ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2015. – 326с. - 1 файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6752.pdf> - Загл. с экрана.
- 4 Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: [Электронный ресурс] : [учеб. пособие].-СПб.:Издательство «Лань», 2012. -608с. – - 1 файл. - Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd8070.pdf>. - Загл. с экрана.
- 5 Васильченко, С. А. Гидравлические и пневматические элементы систем автоматизации : учеб. пособие / С. А. Васильченко, С. П. Черный, С. И. Сухоруков. – Комсомольскна-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 112 с. (доступ через личный кабинет студента).

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

- 6 Методические указания по лабораторным работам дисциплины «Робототехника и мехатроника» / Составитель: Горобец И.А. – Донецк: ГОУВПО ДОННТУ, 2022 – 95с. (доступ через личный кабинет студента).
- 7 Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Робототехника и мехатроника/ Составитель: Горобец И.А. – Донецк: ГОУВПО ДОННТУ, 2022 – 17с. (доступ через личный кабинет студента).
- 8 Горобец И.А. Промышленная робототехника. Механические системы манипуляторов .- Донецк, ДонНТУ, 2001 (доступ через личный кабинет студента).
- 9 Gorobets I., Lapajeva I. Robotertechnik: Das Lehrmittel –Donezk, TU Donezk, 2003.- 156S. (доступ через личный кабинет студента).
10. Gorobets I., Lapajeva I. Sensoren und Messgeräte – электронное учебное пособие – Донецк: ДонНТУ, 2008 (доступ через личный кабинет студента).

### **Электронно-информационные ресурсы**

11. Электронно-библиотечная система ДОННТУ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://donntu.ru/library>
12. Электронно-библиотечная система IPR SMAET [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
13. Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>

### **Internet-ресурсы**

14. Форум по промышленной робототехнике RobotForum [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://robotforum.ru/forum/>
15. Industrial robots & cobots community [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.robot-forum.com/>



- 16.. Форум роботов и робототехники [Электронный ресурс]. - Режим доступа:  
<https://www.prorobot.ru/forum/>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Лекционные занятия проводятся в аудиториях учебных корпусов согласно расписанию. Аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к аудиториям для проведения занятий. Дополнительные требования к оснащению аудиторий:

- комплект мультимедийной аппаратуры (мультимедийный проектор, экран, компьютер/ноутбук, комплект электронных презентаций/слайдов).
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы MS WORD, EXEL, PDF Viewer, Internet Explorer, TeamViewer);
- доска, комплект фломастеров.

#### **Аудитории для проведения лабораторных занятий.**

Лабораторные занятия проводятся в аудиториях учебных корпусов согласно расписанию. Аудитория должна соответствовать стандартным требованиям, предъявляемым к аудиториям для проведения занятий. Дополнительные требования к оснащению аудиторий:

- комплект мультимедийной аппаратуры (мультимедийный проектор, экран, компьютер/ноутбук, комплект электронных презентаций/слайдов).
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы MS WORD, EXEL, PDF Viewer, Internet Explorer, TeamViewer);
- доска, комплект фломастеров.

Лабораторные занятия проводятся методом коллективного проекта, согласно регламента проведения работы. Во время проведения лабораторных работ студенты академической группы разделяются на подгруппы (по 3-6 человек). Каждая подгруппа работает самостоятельно и обязательно предлагает варианты решений практических вопросов и задач. Далее, в каждой подгруппе обсуждаются методы решения задач, их результаты, выводы по работе и согласовывают результаты с преподавателем. По результатам выполнения лабораторных работ коллективами студентов составляется отчёт (формата А4) и готовится презентация (продолжительностью 5-10 минут) с использованием средств визуализации. Работа каждого коллектива публично защищается перед аудиторией слушателей. Публичная защита выполненной работы является открытой и обязательной частью аудиторного занятия. На защиту работы могут быть приглашены преподаватели кафедр и студенты других групп. Публичная защита может быть записана на видео для дальнейшего анализа работы над проектом с преподавателем и работы над ошибками.

Для проведения лабораторных работ необходим доступ к лаборатории (ауд.6.102а), оснащённой промышленными роботами моделей: M20П, “Электроника”, “БРИГ-10”, РФ-202М, тактовым столом СТ220, металлорежущими станками 16K20Ф3.

### 7.2. Помещения для самостоятельной работы:

Для самостоятельной работы студентов используется аудитория, оснащённая персональными компьютерами с пакетами ПО общего назначения (текстовые редакторы MS WORD, EXEL, PDF Viewer, Internet Explorer, TeamViewer) и специального назначения (САПР КОМПАС-3D), доступом в Интернет и электронную библиотеку университета.

### 7.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

Перечень оборудования для проведения лабораторных работ по дисциплине.

| Аудитория | Название аудитории                     | Используемое оборудование   |
|-----------|--|---|
| 6.102а    | Лаборатория промышленных роботов и РТК | Промышленные роботы моделей: <ul style="list-style-type: none"> <li>• М20П (1 шт);</li> <li>• “БРИГ-10” (1шт);</li> <li>• РФ-202М (1 шт);</li> <li>• “Электроника НЦ” (1 шт);</li> </ul> Тактовый стол модели СТ220 (1шт);<br>Металлорежущий станок модели 16К20Ф3. |

### 7.4. Лицензионное программное обеспечение

Для самостоятельной работы студентов при подготовке отчётов по лабораторным работам дисциплины используется лицензионное программное обеспечение САПР КОМПАС-3D V14.