

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный  
морской технический университет»  
(СПБГМТУ)

<b>УТВЕРЖДАЮ</b>	
Декан Факультета Цифровых Промышленных Технологий	
	(А.В. Луис)
	20__ г.

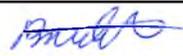
## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Промышленная робототехника

Направление подготовки, специальность	26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры»
Наименование основной профессиональной образовательной программы	В соответствии со списком*
Уровень образования	Высшее образование - магистратура
Форма обучения	Очная

### Лист согласования рабочей программы дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Промышленная робототехника» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования СПбГМТУ по направлению подготовки 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

РАЗРАБОТЧИКИ:	
 (подпись)	Бабкин К.Д., старший преподаватель (ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)
 (подпись)	Вильданов, А.М., ассистент (ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА	
на заседании кафедры Цифровых лазерных технологий	
«27» 08 20 21 г., протокол № 1	
Заведующий кафедрой	
 (подпись)	Туричин Г.А., д.т.н., доцент (ФИО, ученая степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:		
Учебно-методическое управление	 (подпись)	С.Н. Постников (расшифровка подписи)

\*Список основных профессиональных образовательных программ подготовки магистров, реализующих программу дисциплины «Промышленная робототехника»

№ п/п	Основная профессиональная образовательная программа	
	Код	Наименование
1.	26.04.02.10	Проектирование сварных судовых конструкций
2.	26.04.02.41	Проектирование сварных судовых конструкций (СОП)

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

- формирование специалистов, обладающих широким кругозором в области знаний о современном состоянии и возможностях автоматизации производств в целом и технологий лазерной обработки и аддитивного производства в частности;
- формирование специалистов способных к самостоятельной разработке управляющих программ для обработки и изготовления изделий с использованием автоматизированных и роботизированных лазерных технологических комплексов;
- формирование компетенций, предусмотренных ОПОП.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В основу подготовки магистра заложен компетентностный подход. Результаты реализации данного подхода отражены в таблице.

№ п/п	Индекс и содержание компетенции	Индекс и содержание индикатора(ов) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
1	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	ИДК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<b>Знания:</b> – Принципы и подходы к анализу поставленной задачи исследования. – Методы декомпозиции задач <b>Умения:</b> – Выделять составляющие части проблемы и связи между ними <b>Навыки:</b> – Структурировать задачи профессиональной сферы.
		ИДК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения проблемной ситуации	<b>Знания:</b> – Способы поиска информации с применением информационных технологий <b>Умения:</b> – Анализировать и систематизировать научно-техническую информацию <b>Навыки:</b> – Оформлять результаты научно-исследовательской работы
		ИДК-1.3 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов, а также возможные последствия	<b>Знания:</b> – - Принципы целеполагания с последующей оценкой результатов планируемой деятельности. <b>Умения:</b> – Разрабатывать стратегию решения поставленной задачи. <b>Навыки:</b> – Оформлять результаты научно-исследовательской работы

№ п/п	Индекс и содержание компетенции	Индекс и содержание индикатора(ов) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
2	ПК-1 Способен руководить теоретическими и экспериментальными исследованиями в области создания новых образцов судов, плавучих конструкций и их составных частей в соответствии с тактико-техническим заданием и техническим заданием*	ИДК-1.1 Выполняет проектные и конструкторские работы в целях изыскания и реализации путей создания новых образцов судов	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Критерии оценки технологичности конструкции деталей</li> <li>– Нормативно-технические и руководящие документы ЕСКД и ЕСТД.</li> <li>– Основные принципы работы в САD-системах</li> <li>– Основные принципы работы в САМ-системах</li> <li>– Типы систем ЧПУ технологического оборудования для выполнения сложных технологических операций</li> <li>– Методы и средства подготовки и постпроцессорной обработки управляющих программ</li> <li>– Методика поиска и выявления ошибок в управляющих программах</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Работать с прикладными компьютерными программами общего и специального назначения для выполнения работ по проектированию и конструированию изделий для процессов лазерной обработки и аддитивного производства</li> <li>– Использовать САМ-системы для создания, постпроцессорной обработки и корректировки управляющих программ высокопроизводительной обработки заготовок</li> </ul> <p><b>Навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Разрабатывать и редактировать с применением САD-систем электронных моделей деталей и заготовок для последующей обработки на станках с ЧПУ</li> <li>– Разрабатывать и адаптировать управляющие программы для технологических комплексов лазерной обработки с применением САМ-систем.</li> </ul>

\* Осуществляется освоение только части компетенции

### 3. Структура и содержание дисциплины

Вид учебной работы	Трудоемкость, час
<b>Общая трудоемкость по учебному плану</b>	144
<b>Аудиторные занятия:</b>	
Лекции (Л)	18
Лабораторные работы (Лаб)	36
<b>Самостоятельная работа (СР) без учета промежуточного контроля</b>	78
<b>Курсовая работа</b>	18
<b>Подготовка к промежуточному контролю и промежуточный контроль</b>	12
	<i>Зачёт с оценкой</i>

### 3.1 Структура и содержание аудиторных занятий

№ темы	Наименование темы	Вид занятия	Содержание занятия	Часы
1.	Промышленные технологические комплексы	лекция	История развития роботизации производства. Создание САУ. Общая и специальная терминология. Наиболее распространенные принципы построения. Области применения. Составные части системы управления. Контроллер движения, контроллеры двигателей, пользовательский интерфейс, система ввода-вывода, промышленные шины передачи данных.	2
2.	Роботизированные технологические комплексы	лекция	Роботизированные комплексы на базе роботов Fanuc. Состав САУ, оборудование, управление движением. Контроллер промышленного робота Fanuc R30iB. Контроллеры двигателей. Пульт обучения. Модули ввода-вывода. Принципы построения управляющих программ для промышленных роботов. Синтаксис “.TP” программ для роботов Fanuc. Системы автоматизированного программирования роботов (САМ-программы).	6
		Лабор. занятия	Программирование роботизированных технологических комплексов на базе промышленных роботов Fanuc	18
3.	Портальные технологические комплексы	лекция	Состав САУ, оборудование, управление движением. Контроллер движения. Пользовательский интерфейс. Контроллеры двигателей. Модули ввода-вывода. Принципы построения управляющих программ. G-коды. Системы автоматизированного программирования станков с ЧПУ (САМ-программы).	6
		Лабор. занятия	Программирование портальных технологических комплексов	18
4.	Периферийное оборудование лазерных технологических комплексов	лекция	Волоконные лазеры серии ЛС и ЛК. Принципы работы и управления. Программное обеспечение LaserNet. Подготовка и распределения газов. Используемые технологические газы, методы их подготовки и управления подачей. Вспомогательные датчики: давления, содержание кислорода, столкновения, наличие присадочного материала. Системы безопасности ЛТК. Система аварийной остановки, принципы работы. Система мониторинга состояния технологической головки. Датчики контроля протоков воды и технологических газов. Датчики давления технологических газов.	4
	<i>Всего</i>			54

### 3.2 Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Тематика курсовых работ посвящена созданию управляющих программ для выполнения определенной технологической задачи на лазерном технологическом комплексе для обработки заданной конструкции с помощью лазерных и аддитивных технологий.

### 3.3 Примерная тематика рефератов

Не предусмотрены учебным планом.

## 4. Практическая подготовка

№ п/п	Виды работ	Приобретаемые практические навыки
1.	Программирование роботизированных технологических комплексов на базе промышленных роботов Fanuc	Приобретает практические навыки по созданию управляющих программ роботизированных технологических комплексов на базе промышленных роботов Fanuc для обработки и изготовления изделий.
2.	Программирование порталных технологических комплексов	Приобретает практические навыки по созданию управляющих программ порталных технологических комплексов для обработки и изготовления изделий.
3.	Курсовая работа	Формирование у обучающихся практических навыков по созданию управляющих программ для решения технологической задачи по индивидуальным заданиям.

## 5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Литература

1. Григорьянц, А.Г. Технологические процессы лазерной обработки: учебное пособие / А.Г. Григорьянц, И.Н. Шиганов, А.И. Мисюров ; под. ред. А.Г. Григорьянца. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2006. — 664 с. — 18 экз.
2. Звонцов, И. Ф. Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ : учебное пособие для вузов / И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 588 с. — ISBN 978-5-8114-8723-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179613>
3. Подвигалкин, В. Я. Робот в технологическом модуле : монография / В. Я. Подвигалкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 140 с. — ISBN

978-5-8114-6786-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152443>

4. Пашков, Е. В. Следящие приводы промышленного технологического оборудования : учебное пособие / Е. В. Пашков, В. А. Крамарь, А. А. Кабанов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1848-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168799>

### **5.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

- Сайт журнала Laser Focus World: <https://www.laserfocusworld.com/index.html>
- Сайт журнала Photonics: <https://www.photonics.com/>
- Encyclopedia for Photonics and Laser Technology: <https://www.rp-photonics.com/encyclopedia.html>
- Системы ЧПУ от компании Fanuc: <https://vseochpu.ru/sistemy-chpu-ot-kompanii-fanuc/#i-2>
- Электронно-библиотечная система ЭБС «Издательство Лань» ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)) ООО "Издательство "Лань".
- электронно-библиотечная система ЭБС «elibrary» (<https://elibrary.ru>).

### **5.3 Лицензионное программное обеспечение, обновляемое ежегодно**

- Microsoft Windows 10 Pro;
- Microsoft Office Standard 2013;
- Adobe Acrobat Reader DC

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При реализации дисциплины необходимо использовать следующие компоненты материально-технической базы университета:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Комплекты учебной мебели:

- стол преподавателя — 1 шт

- стол студента — 39 шт.
- стул — 40 шт.
- интерактивная доска — 1 шт.

Технические средства обучения:

- экран проекционный — 1 шт
- проектор лазерный Xiaomi Miija Laser Projection — 1 шт.
- компьютер с доступом к сети Интернет и в электронную информационно-образовательную среду университета,
- комплект лицензионного программного обеспечения.

2. Учебно-научная лаборатория для проведения лабораторных работ и других видов работ обучающимися в области лазерных и аддитивных производственных технологий.

Лабораторное оборудование:

- иттербиевый волоконный лазер (ЛС-15) - 1 шт.
- модуль лазерно-дуговой - 1 шт.
- блок подготовки распределения газов - 1 шт.
- компрессорная установка ROTAR MC708 -1 шт.
- стойка управления в корпусе RITTAL - 1 шт.
- фильтровентиляционный агрегат ПМСФ-1/SP - 1 шт.
- выпрямитель для дуговой сварки ВДУ-1500 DC - 1 шт.
- источник питания дуговой ВДУ-506 ДК - 1 шт.
- оснастка технологическая сварочная лазерно-дуговая -1 шт.
- сварочный аппарат Phoenix 522 RC -1 шт.
- твердомер по Виккерсу в комплекте- 1 шт.
- тепловизор Testo 868- 1 шт.
- течеискатель портативный GasCheck G3 -1 шт.;
- узлы современного автоматизированного и механизированного технологического оборудования (иттербиевый волоконный лазер ЛС-16, чиллер воздух-вода, коллимирующее устройство) – 1 комплект
- опытный образец лазерно-дугового сварочного технологического комплекса (ЛДСТК) для гибридной лазерно-дуговой сварки судокорпусных конструкций в различных пространственных положениях - 1шт.

– опытный образец лазерно-дугового сварочного технологического комплекса ИЛСТ.683414.050 (ЛДСТК), включающий в себя систему позиционирования и перемещения – 1 шт.

– прецизионный отрезной станок в комплекте с аксессуарами MICRACUT 202 – 1 шт.

– машина шлифовально-полировальная однодисковая Saphir 250 A1-ECO - 1 шт.

– микроскоп Leica DMi8A – 1 шт.

– настольный рентгеновский дифрактометр D2 PHASER – 1 шт

### 3. Самостоятельная работа студентов:

- учебная аудитория для проведения самостоятельной работы обучающихся,

- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## Приложение к рабочей программе дисциплины

### Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### 1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Индекс контролируемой компетенции	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Оценочные средства текущего контроля успеваемости
1	УК-1	Темы 1-4	Отчеты по лабораторным работам Отчет по курсовой работе
2	ПК-1	Темы 1 -4	Отчеты по лабораторным работам Отчет по курсовой работе
<b>Форма промежуточной аттестации</b>		<b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b>	
Зачет с оценкой		Вопросы к зачету с оценкой	

#### 2. Оценочные средства для текущей и промежуточной аттестации

##### 2.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Представление и защита отчетов по лабораторным работам.
2. Представление и защита отчета по курсовой работе.

**Перечень лабораторных работ по разделам дисциплины с указанием трудоемкости:**

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, часов
1	2	Программирование роботизированных технологических комплексов на базе промышленных роботов Fanuc	18
2	3	Программирование порталных технологических комплексов	18
Итого			36

**Структура отчета по лабораторной работе:**

1. Цель и задачи лабораторной работы:
2. Структура роботизированного комплекса, его комплектация, принцип работы.

3. Анализ технологических операций, подлежащих выполнению с использованием комплекса
4. Подготовка электронной модели детали, подлежащей обработке, с помощью CAD-системы
5. Определение траектории обработки детали с помощью САМ-системы
6. Формирование исходной информации для создания управляющей программы с помощью САМ-системы
7. Создание управляющей программы обработки с помощью САМ-системы
8. Постпроцессорная обработка управляющей программы с помощью САМ-системы
9. Проверка и корректировка подготовленной управляющей программы в системе виртуальной верификации
10. Выводы по работе

### **Требования к выполнению лабораторных работ и представлению отчетов**

Лабораторные работы выполняются обучающимися в часы лабораторных занятий согласно расписанию, в присутствии преподавателя с соблюдением требований техники безопасности и охраны труда при работе на лазерных установках. Отчеты о лабораторных работах должны быть аккуратно оформлены в соответствии с требованиями и рекомендациями, изложенными в соответствующих положениях университета и методических указаниях по выполнению лабораторных работ. В ходе защиты отчета по лабораторной работе студент должен продемонстрировать хорошее владение материалом, уметь отвечать на вопросы преподавателя, пояснить использованные или полученные в работе экспериментальные данные или результаты расчетов.

### **Шкала оценивания результатов лабораторной работы**

Для оценки уровня усвоения материала используется двухбалльная система оценок: «зачтено» или «не зачтено».

#### **Критерии оценки:**

«Зачтено» – обучающийся демонстрирует знание теоретического материала, исчерпывающе, логически стройно и аргументировано отвечает на вопросы преподавателя, лабораторные работы выполнены в полном объеме самостоятельно, отчеты по лабораторным работам правильно оформлены. Допустимы несущественные ошибки, которые устраняются студентом в течение короткого времени самостоятельно.

«Не зачтено» - обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знании основного материала курса, а также допускает принципиальные ошибки при ответе на

дополнительные вопросы преподавателя, лабораторные работы выполнены не полностью и/или не самостоятельно, студент не ориентируется в тексте отчета, отчеты оформлены не в соответствии с требованиями.

### **Примерное содержание (перечень тем) курсовых работ**

1. Создать управляющую программу для выращивания гофрированной трубы толщиной в один валик с размерами, указанными на схеме. Во ходе выполнения пользоваться функциями «INC», «Offset». Шаг слоя  $h=2$ мм. При работе использовать только манипулятор. Первый валик наплавить с меньшей скоростью. Использовать разгон перед началом выращивания
2. Создать управляющую программу для выращивания бруска с размерами, указанными на схеме, высотой в 20 слоев. Во ходе выполнения пользоваться функциями «INC», «Offset». Шаг слоя  $h=2$ мм. При работе использовать только манипулятор. Первый слой наплавить с меньшей скоростью. Крайние валики наплавлять с меньшей скоростью. Использовать разгон перед началом выращивания
3. Создать управляющую программу для сварки фланца теплообменника с круглыми трубами. Размеры указаны на схеме. Во ходе выполнения пользоваться функциями «INC», «Offset». При работе использовать только манипулятор
4. Создать управляющую программу для сварки по контуру.  $a - 20$ мм,  $r - 50$  мм, разгон  $- 10$  мм. При создании программы использовать функции «INC», «Offset». Использовать только манипулятор
5. Написать управляющую программу для выращивания сплошного цилиндра с внешним диаметром  $d - 25$  мм, высотой  $h - 30$  мм, ширина валика  $b - 2$  мм, первый слой наплавить со скоростью 60% от основной, внешний валик  $- 80\%$  от основной скорости. При создании программы использовать функции «INC», «Offset». Использовать только манипулятор
6. Написать управляющую программу для выращивания чашки отдельными валиками. Ширина валика 2,5 мм, шаг слоя 1,3 мм,  $r_{сф} - 50$  мм, стойка диаметром 5 мм и высотой 20 мм. При создании программы использовать функции «INC», «Offset». Использовать только манипулятор
7. Написать управляющую программу для двух коаксиальных полых цилиндра. Внешний диаметр внутреннего цилиндра 30 мм, внешний диаметр наружного цилиндра 50 мм, ширина валика 3 мм, шаг слоя 1 мм, высота 30 мм. Первый слой 80% от основной скорости, разгон робота  $180^\circ$  для каждого из цилиндров. При создании программы использовать функции «INC», «Offset». Использовать только манипулятор

### **Структура отчета по курсовой работе:**

1. Задание для курсовой работы
2. Цель и задачи курсовой работы:
3. Анализ исходных данных для подготовки управляющей программы обработки
4. Подготовка электронной модели детали, подлежащей обработке
5. Программирование технологических и вспомогательных переходов для обработки с использованием САМ-системы
6. Постпроцессорная обработка управляющей программы для адаптации к конкретному комплексу
7. Проверка и корректировка подготовленной управляющей программы в системе виртуальной верификации
8. Заключение по работе

Трудоемкость курсовой работы составляет 18 ак. часов.

### **Требования к выполнению курсовых работ и представлению отчетов**

Курсовые работы выполняются обучающимися самостоятельно. Работа на оборудовании должна выполняться в присутствии преподавателя с соблюдением требований техники безопасности и охраны труда при работе на лазерных установках. Отчеты о курсовых работах должны быть аккуратно оформлены в соответствии с требованиями и рекомендациями, изложенными в соответствующих положениях университета и методических указаниях к выполнению курсовых работ. В ходе защиты отчета по курсовой работе студент должен продемонстрировать хорошее владение материалом, уметь отвечать на вопросы преподавателя, пояснить использованные или полученные в работе экспериментальные данные или результаты расчетов.

### **Шкала оценивания результатов курсовой работы**

Для оценки уровня усвоения материала используется четырехбалльная система оценок: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

### **Критерии оценки:**

«Отлично» - Курсовая работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Материал излагается грамотно, логично, последовательно. Оформление отвечает требованиям написания курсовой работы. Во время

защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, адекватно ответить на поставленные вопросы.

«Хорошо» - Курсовая работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно. Имеются недочеты в оформлении курсовой работы. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.

«Удовлетворительно» - Курсовая работа не содержит элементы новизны. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно. Имеются существенные недочеты в оформлении курсовой работы. Во время защиты обучающийся затрудняется в представлении результатов исследования и ответах на поставленные вопросы.

«Неудовлетворительно» - Курсовая работа выполнена менее, чем на 50% и/или выполнена не самостоятельно. Обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знании основного материала по рассматриваемой проблеме, не может аргументировать свою точку зрения. Анализ, обобщение материала и выводы вызывают у него затруднения. Обучающийся допускает принципиальные ошибки в ответах на дополнительные вопросы преподавателя.

## **2.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме собеседования.

### **Примеры вопросов к зачету с оценкой:**

1. Принцип работы твердотельного лазера.
3. Принцип работы волоконного лазера.
4. Принцип работы диодного лазера.
5. Устройство оптической головки.
6. Передача излучения. Устройство оптического волокна.
7. Основные части ЛТК.
8. Безопасность при работе с ЛТК.

9. Аналоговые и цифровые выходы.
10. Устройство манипулятора, позиционера, контроллера робота.
11. Настройка пользовательской СК и СК инструмента, их различия.
12. Основные типы перемещения (Offset, Incremental), движения (J, L, C, CA), интерполяции (CNT, Fine).
13. Автоматическое выполнение программы.
14. Принципы построения систем автоматического управления.
15. Составные части системы управления.
16. Контроллеры движения.
17. Контроллеры двигателей.
18. Пользовательский интерфейс.
19. Система ввода-вывода.
20. Промышленные шины передачи данных.
21. Состав САУ роботизированных лазерных технологических комплексов
22. Управление движением робота.
23. Контроллер промышленного робота Fanuc R30iB.
24. Пульт обучения промышленного робота Fanuc R30iB.
25. Модули ввода-вывода системы управления промышленного робота Fanuc R30iB.
26. Принципы построения управляющих программ для промышленных роботов.
27. Синтаксис “.TP” программ для роботов Fanuc.
28. Системы автоматизированного программирования роботов (САМ-программы).
29. Состав САУ потальных лазерных технологических комплексов.
30. Управление движением портального комплекса.
31. Контроллер движения портального комплекса.
32. Пользовательский интерфейс САУ портального комплекса.
33. Контроллеры двигателей портального комплекса.
34. Модули ввода-вывода САУ портального комплекса.
35. Принципы построения управляющих программ в G-кодах.
36. Системы автоматизированного программирования станков с ЧПУ (САМ-программы).
37. Программное обеспечение LaserNet.
38. Подготовка и управление распределением и подачей газов.
39. Вспомогательные датчики: давления, содержание кислорода, столкновения, наличие присадочного материала.
40. Системы безопасности ЛТК.

41. Система аварийной остановки, принципы работы.
42. Система мониторинга состояния технологической головки.
43. Датчики контроля протоков воды и технологических газов.
44. Датчики давления технологических газов

### **Шкала оценивания:**

Для оценки уровня усвоения материала используется четырехбалльная система оценок: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

### **Критерии оценки:**

«Отлично» – обучающийся правильно отвечает на все вопросы билета, исчерпывающе, логически стройно излагает материал, владеет умениями и навыками при выполнении практических заданий на высоком уровне, правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

«Хорошо» – обучающийся, в основном, правильно отвечает на вопросы билета, не допускает в ответах существенных ошибок, но не всегда точно и аргументированно излагает материал, владеет необходимыми умениями и навыками на достаточном уровне при выполнении практических заданий, не допускает существенных ошибок при ответе на дополнительные вопросы преподавателя.

«Удовлетворительно» – при ответе на вопросы обучающийся демонстрирует только поверхностные знания разделов курса, испытывает затруднения с формулированием ответов, допускает неточности и ошибки. Обучающийся испытывает затруднения при выполнении практических заданий, ответы на дополнительные вопросы являются неполными и содержат ошибочные суждения.

«Неудовлетворительно» – обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знании основного материала курса, а также допускает принципиальные ошибки при изложении материала и ответах на дополнительные вопросы преподавателя.