Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 06.10.2023 15:59:32
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В.Сафонов/
«13» сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Промышленные роботы и робототехнические комплексы»

Направление подготовки
27.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Роботы и робототехнические устройства»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

Программа дисциплины «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению**15.03.04 «Автоматизация технологических процессов »**по профилю подготовки **«Роботы и робототехнические устройства»**

Программу составили:

_____В.В. Матросова ст. пр.

_____М.В. Архипов – доцент

Программа дисциплины «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»**15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»** и профилю подготовки **«Роботы и робототехнические устройства»** утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

«31» 08 2022 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой
Доцент, к.т.н. /А.В. Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,** профиль подготовки **«Роботы и робототехнические устройства».**

_____ /_В.В. Матросова_/

«31» 08 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ / А.Н. Васильев /

«13» 09 2022 г. Протокол: № 14-22

Присвоен регистрационный номер:	**15.03.04.01/01.2022.** *037*

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» следует отнести:

– изучение теории и методов построения промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» следует отнести:

– ознакомление с прямой и обратной задачами кинематики и динамики роботов, состав приводов и систем управления роботов, программное обеспечение роботов и РТК, технологические аспекты разработки РТК.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» относится к числу профессиональных учебных дисциплин формируемых участниками образовательных отношений (Б1.2.03) основной образовательной программы бакалавриата.

«Промышленные роботы и робототехнические комплексы» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части Блока 1.1:

– теоретическая и прикладная механика (кинематика, динамика);
– схемотехника электронных устройств автоматики (электромашины);
– программирование и основы алгоритмизации, (ориентированные языки);
– теория автоматического управления (обратные связи).

В части формируемой участниками образовательных отношений блока 1.2:

– Микропроцессорные системы управления.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-2	ПК-2. Способен к проведению исследования автоматизируемого объекта и подготовка технико-экономического обоснования создания автоматизированной системы управления технологическими процессами	**знать:** - методы построения кинематических схем; - изображения на чертежах систем координат; - способы преображения объектов в разных системах координат; построение и чтение кинематических схем общего вида различного уровня сложности и назначения; **уметь:** - снимать эскизы, выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять оценку их прочности и жесткости и другим критериям работоспособность; - разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства; - строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ); **владеть:** - способен выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств; - способен разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку роботизированных систем.
ОПК-6	ОПК-6. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с	**знать:** - методы построения кинематических схем; - изображения на чертежах систем координат; - способы преображения объектов в разных системах координат; построение и чтение кинематических схем общего вида различного уровня сложности и

	применением информационно-коммуникационных технологий;	назначения; **уметь:** - снимать эскизы, выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять оценку их прочности и жесткости и другим критериям работоспособность; - разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства; - строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ); **владеть:** - способен выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств; - способен разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку роботизированных систем.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы, т.е. **144** академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» изучаются на седьмом семестре четвертого курса.

Седьмой семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Роль промышленной робототехнике в обществе. Многообразие прикладных робототехнических задач. Основные этапы развития и виды промышленных роботов, средства управления и сенсорные системы. Структура курса, его место и роль в подготовке специалиста, связь с другими дисциплинами.

Тема 1. *Основные понятия робототехники*

Определения промышленных роботов и робототехнических комплексов

Тема 2. *Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи*

Системы координат. Кинематические пары и модели. Преобразования координат. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов.

Тема 3. *Динамика манипуляторов. Приводы.*

Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.

Тема 4. *Алгоритмы управления. Системы управления.*

Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).

Тема 5. *Программное обеспечение роботов*

Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.

Тема 6. *Технологические аспекты робототехники*

Принципы построения робототехнических комплексов. Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Промышленные роботы и РТК» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– обсуждение и защита лабораторных работ по дисциплине;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме контрольных работ;

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Робототехнические комплексы и

манипуляторы» и в целом по дисциплине составляет 47 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33 % от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В шестом семестре

- индивидуальный опрос;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита;
- выполнение контрольных работ и тестов (по индивидуальному заданию для каждого обучающегося);
- экзамен по материалам шестого семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы тестовых заданий, тем докладов, контрольных вопросов для проведения текущего контроля, приведены в приложении.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-2	ПК-2. Способен к проведению исследования автоматизируемого объекта и подготовка технико-экономического обоснования создания автоматизированной системы управления технологическими процессами
ОПК-6	ОПК-6. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных

	технологий;

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-2, Способен к проведению исследования автоматизируемого объекта и подготовка технико-экономического обоснования создания автоматизированной системы управления технологическими процессами

ОПК-6. Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: методы построения кинематических схем; изображения на чертежах систем координат; способы преображения объектов в разных системах координат; построение и чтение кинематических схем общего вида различного уровня сложности и назначения;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:методов построения кинематических схем и преобразования систем координат.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методов построения кинематических схем и преобразования систем координат. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:методов построения кинематических схем и преобразования систем координат.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:методов построения кинематических схем и преобразования систем координат; свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: снимать эскизы,	Обучающийся не умеет или в	Обучающийся демонстрирует неполное	Обучающийся демонстрирует	Обучающийся демонстрирует

выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять оценку их прочности и жесткости и другим критериям работоспособность; разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства; строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ);	недостаточной степени умеет воспроизводить чертежи элементов роботов и принципиальные схемы его элементов.	соответствие следующих умений: умеет воспроизводить чертежи элементов роботов и принципиальные схемы его элементов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	частичное соответствие следующих умений: умеет воспроизводить чертежи элементов роботов и принципиальные схемы его элементов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	полное соответствие следующих умений: умеет воспроизводить чертежи элементов роботов и принципиальные схемы его элементов.Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: способен выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств; способен разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку роботизированных систем;	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками выбора необходимых роботизированных систем для задач автоматизации	Обучающийся владеет навыками выбора необходимых роботизированных систем для задач автоматизации.Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками выбора необходимых роботизированных систем для задач автоматизации.Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками выбора необходимых роботизированных систем для задач автоматизации, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты

текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технологические процессы автоматизированных производств».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Робототехнические комплексы и манипуляторы» (а именно – прошли промежуточный контроль, выполнили лабораторные работы).

Фонды оценочных средствпредставлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем : учеб. пособие для вузов. / под ред. С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2005 Гриф УМО
2. Юревич Е.И. Основы робототехники : учеб.пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005 Гриф УМО
3. Зенкевич С.Л. Основы управления манипуляционными роботами : учеб.для вузов. / Ющенко А.С. - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2004 Гриф МО

б) дополнительная литература:

4. Дианов В.Н. Автоматические и электронные системы транспортных средств повышенной надежности :учеб. пособие для вузов. - Коломна: Лига, 2009 Гриф УМО
5. Журавлев В.В. Адаптивный андроидный робот : учеб.-метод. пособие 33-17. / Архипов М.В., Головин В.Ф. - М.: МГИУ, 2012
6. Накано Э. Введение в робототехнику :пер с японского. / под ред. А.М. Филатова - М.: Мир, 1988
7. Головин В.Ф. Позиционно-силовое управление роботами :моделирование, оптимизация, программирование 33-10. / Архипов М.В., Журавлев В.В. - М.: МГИУ, 2008
8. Попов Е.П. Основы роботехники. 1990 - 223с.
9. Головин В.Ф. Лабораторный практикум. Промышленные роботы. Учебно-методическое пособие. М: МГИУ, 1996 - 66с.
10. М.В. Архипов Промышленные роботы и РТК. / В.Ф. Головин, В.В. Журавлёв /Редактор М.В. Архипов - 60с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное язык ARPS, IntLang. ПО не требующее лицензирования.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированная учебная межкафедральная лаборатория «Средства автоматизации и промышленные роботы» кафедры «Технологии и оборудования машиностроения» Ауд. АВ1105, оснащенная промышленным роботом ABBIRB-140, промышленным роботом с СУ «ИНЕЛСИ».

Оборудование и аппаратура:

- проектор с компьютером и подборкой материалов для лекций и лабораторных работ.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов

автоматизации управления жизненным циклом изделия, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

а) усвоение и закрепление теоретических знаний по основным вопросам «Робототехнические комплексы и манипуляторы»;

б) формирование аналитических способностей применительно к задачам по разработке управляющих программ для манипуляционных роботизированных систем;

в) развитие способностей к логически аргументированному анализу робототехнических систем.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (ПК-19)

Семестр 6

Тема 1.

1. В каких системах координат программируются перемещения в ПР РМ-01? (ПК-2, ОПК-6).
2. Какова система координат первых трех звеньев РМ-01: цилиндрическая, сферическая? (ПК-2, ПК-4).
3. Что такое обобщенные координаты? Назовите третью обобщенную координату робота РМ-01? (ПК-2, ОПК-6).

4. Как ориентирована система координат TOOL? (ПК-2, ОПК-6).
5. Какими командами выполняются следующие действия? (ПК-2, ОПК-6).
- открыть - закрыть схват;
- перевести робот в исходное состояние;
- калибровать робот;
- увеличить скорость в ручном режиме;
- перемещать второе звено;
- смещать схват вертикально вверх;
- обучать точки, массивы точек;
- войти в редактор;
- запустить, остановить, продолжить программу;
- перемещаться в обученную заранее точку. 5. Чтообозначаюткоманды:
GO BOX GOS A GONEAR A,10 SP 20 .GO READY
.GOS V OPEN CLOSE OUT 3. 4, -2 WAIT IN 2, -3
JUMP 5 DELAY 8 SHIFT A = 10, 20, 30 BASE 20, 10, 5
HERE BOX LTEACH A WHERE WHERE* RUN JOY, -3
ABORT EXIT EDIT JOI
6. Порядок действий при включении робота. (ПК-2, ОПК-6).
7. Порядок действий при редактировании программы и ее исполнении. (ПК-2, ОПК-6).

Тема 2.

8. Порядок действий при обучении. (ПК-2, ОПК-6).
9. Характер движений при управлении с пульта ручного управления в режимах JOINT, WORLD, TOOL. (ПК-2, ОПК-6).
10. Программа точечной сварки (20 точек через 10 мм в направлении оси X по прямой
а) все точки получены обучением,
б) только первая точка получена обучением. (ПК-2, ОПК-6).
11. Программа завинчивания 10 гаек на крышке гайковертом с использованием датчика усилия затяжки. (ПК-2, ОПК-6).
12. Как переместить в режиме ручного управления схват в точку с координатами X=Y=Z=200. (ПК-2, ОПК-6).
13. Как мониторной директивой или в программе учесть притупление сверла на 2мм? (ПК-2, ПК-4).
13. Программа пе ОПК-6рехода из заданной точки (известны ее координаты) вдругую (ее координаты тоже известны). (ПК-2, ОПК-6).
15. Какой вид интерполяции используется при выполнении команд GO A, GOS A? (ПК-2, ОПК-6).

Тема 3.

16. Чем отличается позиционная система управления от контурной? Функции МАВ, МПИ, МВВ? (ПК-2, ОПК-6).
17. Есть ли в "СФЕРЕ-36" параллельный интерфейс? (ПК-2, ОПК-6).
18. Каков тип датчиков в РМ-01?
- потенциометрический,

- фото-импульсный,
- кодово-импульсный. (ПК-2, ОПК-6).
19. Чувствуют ли направление датчики РМ-01? (ПК-2, ОПК-6).
20. В чем состоит режим "калибровка"? (ПК-2, ОПК-6).
21. Как показать, что СУ "СФЕРА-36" имеет (не имеет) блоки решения прямой и обратной кинематических задач? (ПК-2, ОПК-6).
22. Записана программа дуговой сварки с обучением точкам. Как воспользоваться этой программой для изделия, смещенного параллельно вверх на 40 мм? (ПК-2, ОПК-6).
23. Программа перехода из произвольной точки в заданную. (ПК-2, ОПК-6).
24. Программа дуговой сварки прямолинейного шва длиной 100 мм со скоростью 10 мм/с с наложенными колебаниями электрода (10 колебаний с амплитудой 10 мм). (ПК-2, ОПК-6).

Тема 4.

25. Каковы алгоритмы для реализации команд GOA; GOS AGONEAR A,50 SP100; DEL 5; OUT 5; WAITIN 3; BASE 10,20,30,45? (ПК-2, ОПК-6).
26. Почему МП-9 считается роботом с цикловой системой управления какая СУ называется цикловой? (ПК-2, ОПК-6).
27. Кодово-импульсный датчик, принцип действия? (ПК-2, ОПК-6).
28. Что нужно сделать, чтобы поднять груз на 10, 15, 50 мм? (ПК-2, ОПК-6).
29. Что нужно сделать, чтобы установить скорости подъема: 50 мм /с, 100 мм/с? (ПК-2, ОПК-6).
30. Каков алгоритм расчета ускорения демпфирования и усилия 1ижения руки? (Использовать измеримые величины). (ПК-2, ОПК-6).
31. Можно ли с помощью циклового робота с цилиндрической системой координат поднять, повернуть на 30 град. или сдвинуть вперед груз массой 1кг? (ПК-2, ОПК-6).
32. Какова программа для периодического включения-выключения через 5с?
33. Какой командой отключается ЛЭД? (ПК-2, ОПК-6).
33. Будет ли ЛЭД перемещать железную или золотую деталь? (ПК-2, ОПК-6).
34. На какую деталь может не сработать оптический датчик стеклянную, нагретую, деревянную? (ПК-2, ОПК-6).

Тема 5.

35. Принцип действия ЛЭД. (ПК-2, ОПК-6).
36. Что такое работа по путевому, по временному принципам? (ПК-2, ОПК-6).
37. Написать программу включения ЛЭД по сигналу оптического датчика. (ПК-2, ОПК-6).
38. Как регулируются в роботах усилия, скорости, временные задержки. (ПК-2, ОПК-6).

39. Нарисовать блок-схему управления привода МП-9 с участием геркона, программоносителя. (ПК-2, ОПК-6).
40. Принцип действия пневматических приводов роботов и пневмосистемы. (ПК-2, ОПК-6).
41. Какие аппаратные связи и команды необходимы для перемещения детали на стенде по кругу в любую сторону? (ПК-2, ОПК-6).
42. Составить алгоритмы работы с одним и двумя прессами приближенно к цеховым условиям. (ПК-2, ОПК-6).
43. Составить алгоритм и программу перемещения двух деталей друг за другом на стенде по кругу.
44 .Постановка прямой и обратной задач кинематики роботов. (ПК-2, ОПК-6).
45. Типы приводов. Структурные схемы приводов роботов. (ПК-2, ОПК-6).

Тема 6.

46.Датчики приводов роботов. Режим калибровки. Демпфирование движений роботов. (ПК-2, ОПК-6).
47. Структурные схемы систем управления роботов. Технические характеристики этих роботов. (ПК-2, ОПК-6).
48. Цикловое, позиционное, контурное и позиционно-силовое управление роботами. Технологические примеры. (ПК-2, ОПК-6).
49. Кинематические и динамические модели роботов. (ПК-2 ОПК-6).
50. Представление вектора положения и ориентации в виде 6-ти и 12-ти мерных векторов. (ПК-2, ОПК-6).
51. Назначение обратных связей, примеры систем в робототехнике. (ПК-2, ОПК-6).
52. Примеры роботов в автомобильной промышленности, оборонных комплексах, в аэрокосмических комплексах, в развлекательных комплексах, в медицинской технике. (ПК-2, ОПК-6).
53. Режим обучения роботов. (ПК-2, ОПК-6).
54. Робототехника на предприятии студента. (ПК-2, ОПК-6).

Критерии оценки:

- оценка «**не зачтено**» выставляется студенту, если он ответил правильно менее чем на 60% вопросов в каждом разделе;
- оценка «**зачтено**» выставляется студенту, если он дал от 60 % до 70 % правильных ответов в каждом разделе.

10. Методические рекомендации для преподавателя

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме

отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к семинарским занятиям.

При подготовке к лабораторному занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме лабораторной работы.

В ходе лабораторной работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы лабораторной работы, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

Целесообразно в ходе устного опроса задавать студентам дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

В заключительной части лабораторной работы следует подвести его итоги: дать оценку защиты каждого студента. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующей лабораторной работе.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, текст лекций, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,** образовательная программа (профиль)**Роботы и робототехнические устройства**

Приложение к рабочей программе:

1. Структура и содержание дисциплины
2. Аннотация рабочей программы дисциплины
3. Фонд оценочных средств
4. Тематика лабораторных работ

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и профилю подготовки «Роботы и робототехнические устройства»

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов		Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	Подгот. к УО	Подгот. к тест.	Э	З
	Седьмой семестр											
1	**Тема 1.** *Основные понятия робототехники* Определения промышленных роботов и робототехнических комплексов	**7**	**1**	4	**2**		3					
2	Лабораторная работа 1. Промышленный робот РМ-01. Допуск.	7	2			2	3					
3	**Тема 2.** *Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи* Системы координат. Кинематические пары и модели.	**7**	**3**	4	**2**		3					
4	Лабораторная работа 1. Промышленный робот РМ-01. Выполнение.	7	4			2	3					
5	**Тема 2.** *Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи* Преобразования координат. Прямая и обратная задачи	**7**	**5**	4	**2**		4					

	кинематики манипуляторов.											
6	Лабораторная работа 1. Промышленный робот РМ-01. Защита.	7	6			2	4					
7	**Тема 3.** *Динамика манипуляторов. Приводы.* Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов.	**7**	**7**	4	**2**		4					
8	Лабораторная работа 2. Промышленный робот IRB-140. Допуск.	7	8			2	4					
9	**Тема 3.** *Динамика манипуляторов. Приводы.* Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.	**7**	**9**	4	**2**		4					
10	Лабораторная работа 2. Промышленный робот IRB-140. Выполнение.	7	10			2	5					
11	**Тема 4.** *Алгоритмы управления. Системы управления.* Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).	**7**	**11**	4	**2**		4					
12	Лабораторная работа 2. Промышленный робот IRB-140. Защита.	7	12			2	4					
13	**Тема 5.** *Программное обеспечение роботов* Классификация языков программирования. Системы	**7**	**13**	4	**2**		4					

	команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.											
14	Лабораторная работа 3. Виртуальная среда программирования RobotStudio. Допуск.	7	14			2	5					
15	**Тема 6.** *Технологические аспекты робототехники* Принципы построения робототехнических комплексов.	**7**	**15**	4	**2**		4					
16	Лабораторная работа 3. Виртуальная среда программирования RobotStudio. Выполнение.	7	16			2	5					
17	**Тема 6.** *Технологические аспекты робототехники* Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.	**7**	**17**	4	**2**		4					
18	Лабораторная работа 3. Виртуальная среда программирования RobotStudio. Защита.	**7**	**18**			2	5					
	Форма аттестации		**19-21**								**Э**	
	Всего часов по дисциплине в седьмом семестре			36	18	18	72					
	Итого часов по дисциплине			144								

Приложение 2.

Аннотация рабочей программы дисциплины «Промышленные роботы и робототехнические комплексы» по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (Бакалавр)

1. Название, назначение, структура, содержание дисциплины

1	Наименование дисциплины по учебному плану	Промышленные роботы и робототехнические комплексы
2	Программа направления	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
3	Образовательная программа (профиль)	Роботы и робототехнические устройства
4	Уровень и форма обучения	Бакалавр, очная
5	Семестр обучения	7
6	Трудоемкость по учебному плану (з.е.) Всего зачетных единиц Всего часов, из них: 1. Аудиторные занятия, в том числе: - лекции (Л) - семинары и практические занятия (П/С) - лабораторные работы (ЛР)	 4 144 час 72 час (50%) Л-36 час (25 % от аудиторных) С – 18 часов ЛР-18 часов
7	Виды самостоятельной работы студентов: курсовой проект (КП), курсовая работа (КР), расчетно-графическая работа (РГР), реферат (РФ)	
8	Формы аттестации: экзамен (Э), зачет (З), другие	Э
9	Основные разделы дисциплины: Основные понятия робототехники. Определения промышленных роботов и робототехнических комплексов Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи. Системы координат. Кинематические пары и модели. Преобразования координат. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов. Динамика манипуляторов. Приводы. Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов. Алгоритмы управления. Системы управления. Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы). Программное обеспечение роботов.	

	Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке. Технологические аспекты робототехники.

2. Требования к начальной подготовке и результатам освоения дисциплины

1	Требования к уровню подготовки к изучению дисциплины:	Уровень знаний выпускника по направлению специалиста по специальностям технологического профиля
1.1	Наличие специальных компетенций	Не требуется
1.2	Должен знать	
1.3	Должен уметь	
1.4	Должен владеть	
2	Результаты освоения дисциплины	
2.1.	Будут сформированы компетенции в соответствии с ФГОС и учебным планом	ПК-2, ОПК-6
2.2.	Учащийся приобретёт знания и умения:	
2.3.	Учащийся овладеет навыками:	

3. Составитель(и) программы:

к.т.н. Архипов М.В. _____

ст. пр. Матросова В.В. _____

4. Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета "____" _____ 2022__ года

Приложение 3
к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

ОП (профиль): «Роботы и робототехнические устройства»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

производственно-технологическая, организационно-управленческая

Кафедра «Автоматика и управление»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промышленные роботы и робототехнические комплексы

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

вариант экзаменационного билета
образцы вопросов из фонда тестовых заданий
перечень вопросов на экзамен
перечень лабораторных работ

Составители:

доцент, к.т.н. Архипов М.В., ст.пр. Матросова В.В.

Москва, 2022 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Робототехнические комплексы и манипуляторы					
ФГОС ВО **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **Профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИН-ДЕКС	**ФОРМУЛИРОВ- КА**				
ПК-2, ОПК-6	**ПК-2,** Способен к проведению исследования автоматизируемого объекта и подготовка технико-экономического обоснования создания автоматизированной системы управления технологическими процессами **ОПК-6,** Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	**знать:** - методы построения кинематических схем; - изображения на чертежах систем координат; - способы преображения объектов в разных системах координат; построение и чтение кинематических схем общего вида различного уровня сложности и назначения; **уметь:** - снимать эскизы, выполнять и читать чертежи и другую конструкторскую документацию; - проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять оценку их прочности и	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы	УО, Т Экз	**Базовый уровень:** Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих **знаний**: методов построения кинематических схем и преобразования систем координат; **умений**: воспроизводить чертежи элементов роботов и принципиальные схемы его элементов**; навыками** выбора необходимых роботизированных систем для задач автоматизации, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, перенос на новые, нестандартные ситуации. **Повышенный уровень:** Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих **знаний**: методов построения кинематических схем и преобразования систем координат, свободно оперирует приобретенными

		жесткости и другим критериям работоспособность; - разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства; - строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ); **владеть:** - способен выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств; - способен разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку роботизированных систем			знаниями; **умений**: воспроизводить чертежи элементов роботов и принципиальные схемы его элементов; **навыками** выбора необходимых роботизированных систем для задач автоматизации, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

1. Перечень оценочных средств по дисциплине

Промышленные роботы и робототехнические комплексы

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос/ собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение

2. Описание оценочных средств:

Темы	Тест	Устный опрос	Вопросы к зачету
Тема 1. *Основные понятия робототехники* Определения промышленных роботов и робототехнических комплексов	-	-	Вопросы 1-3
Лабораторная работа 1. Промышленный робот РМ-01. Допуск.	Вопросы 1-5	Вопросы 1-7	Вопросы 2-6
Тема 2. *Кинематика манипуляторов. Прямая, обратная задачи* Системы координат. Кинематические пары и модели.	-	-	Вопросы 4-8
Лабораторная работа 1. Промышленный робот РМ-01. Выполнение.	Вопросы 6-9	Вопросы 8-11	Вопросы 5-8
Тема 2. *Кинематика манипуляторов. Прямая,*	-	-	Вопросы 7-11

обратная задачи Преобразования координат. Прямая и обратная задачи кинематики манипуляторов.			
Лабораторная работа 1. Промышленный робот РМ-01. Защита.	Вопросы 11-14	Вопросы 12-15	Вопросы 8-12
Тема 3. *Динамика манипуляторов. Приводы.* Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов.	-	-	Вопросы 9-15
Лабораторная работа 2. Промышленный робот IRB-140. Допуск.	Вопросы 15-19	Вопросы 16-20	Вопросы 12-19
Тема 3. *Динамика манипуляторов. Приводы.* Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.	-	-	Вопросы 16-24
Лабораторная работа 2. Промышленный робот IRB-140. Выполнение.	Вопросы 19-24	Вопросы 21-24	Вопросы 22-28
Тема 4. *Алгоритмы управления. Системы управления.* Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).	-	-	Вопросы 27-32
Лабораторная работа 2. Промышленный робот IRB-140. Защита.	Вопросы 24-28	Вопросы 25-34	Вопросы 30-35
Тема 5. *Программное обеспечение роботов* Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.	-	-	Вопросы 33-38
Лабораторная работа 3. Виртуальная среда программирования	Вопросы 29-32	Вопросы 35-45	Вопросы 37-41

RobotStudio. Допуск.			
Тема 6. *Технологические аспекты робототехники* Принципы построения робототехнических комплексов.	-	-	Вопросы 40-45
Лабораторная работа 3. Виртуальная среда программирования RobotStudio. Выполнение.	Вопросы 33-37	Вопросы 46-50	Вопросы 43-46
Тема 6. *Технологические аспекты робототехники* Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.	-	-	Вопросы 44-49
Лабораторная работа 3. Виртуальная среда программирования RobotStudio. Защита.	Вопросы 38-40	Вопросы 51-54	Вопросы 47-51

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения, кафедра «Автоматика и управление»
Дисциплина «Промышленные роботы и робототехнические комплексы»
Образовательная программа 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,
ОП Роботы и робототехнические устройства
Курс 4, семестр 7

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Классификация приводов роботов.
2. Системы координат.
3. Нижний уровень системы управления роботом РМ-01

Утверждено на заседании кафедры «01» сентября 202_ г., протокол № 1.

Зав. кафедрой _____ /А.В. Кузнецов/

Перечень вопросов к экзамену

Вопрос	**Код проверяемой компетенции**
1. Основные определения ПР, РТК	ПК-2, ОПК-6
2. Технические характеристики роботов. Примеры.	ПК-2, ОПК-6
3. Кинематические модели роботов.	ПК-2, ОПК-6
4. Преобразования координат.	ПК-2, ОПК-6
5. Однородные преобразования и однородные матрицы.	ПК-2, ОПК-6
6. Прямая задача кинематики робота.	ПК-2, ОПК-6
7. Задача планирования траекторий.	ПК-2, ОПК-6
8. Классификация приводов роботов	ПК-2, ОПК-6
9. Виды и алгоритмы управления роботами.	ПК-2, ОПК-6
10. Роботоориентированные языки программирования	ПК-2, ОПК-6
11. Принципы построения РТК	ПК-2, ОПК-6
12. РТК механообработки	ПК-2, ОПК-6
13. РТК сборки	ПК-2, ОПК-6
14. РТК лазерной и плазменной обработки	ПК-2, ОПК-6
15. РТК дуговой и точечной сварки	ПК-2, ОПК-6
16. РТК окраски	ПК-2, ОПК-6
17. РТК литейного производства	ПК-2, ОПК-6
18. РТК штамповки	ПК-2, ОПК-6
19. Критерии эффективности РТК	ПК-2, ОПК-6
20. Приводы робота РМ-01	ПК-2, ОПК-6
21. Приводы робота МП-9	ПК-2, ОПК-6
22. Язык АРПС	ПК-2, ОПК-6

23. Поколения роботов	ПК-2, ОПК-6
24. История робототехники	ПК-2, ОПК-6
25. Прямая обратная задача кинематики робота	ПК-2, ОПК-6
26. Система управления СФЕРА-36	ПК-2, ОПК-6
27. Система управления НЦТМ 01	ПК-2, ОПК-6
28. Датчики роботов	ПК-2, ОПК-6
29. Фотоиммульсный датчик	ПК-2, ОПК-6
30. Кодовоимпульсный датчик	ПК-2, ОПК-6
31. Тахогенератор	ПК-2, ОПК-6
32. Двигатель постоянного тока	ПК-2, ОПК-6
33. Зона достижимости робота	ПК-2, ОПК-6
34. Матричные преобразования	ПК-2, ОПК-6
35. Перевод сиз систем координатор	ПК-2, ОПК-6
36. Системы координат	ПК-2, ОПК-6
37. Сферическая система координат	ПК-2, ОПК-6
38. Контурная система координат	ПК-2, ОПК-6
39. Ангулярная система координат	ПК-2, ОПК-6
40. Декартовая система координат	ПК-2, ОПК-6
41. Вычисление моментов приводов	ПК-2, ОПК-6
42. Позиционное управление	ПК-2, ОПК-6
43. Контурное управление	ПК-2, ОПК-6
44. Задачи динамики	ПК-2, ОПК-6
45. Обратная задача динамики	ПК-2, ОПК-6
46. Силовое управление	ПК-2, ОПК-6
47. Позиционно-силовое управление	ПК-2, ОПК-6
48. Адаптивное управление	ПК-2, ОПК-6
49. Сенсорная система робота	ПК-2, ОПК-6
50. Микроконтроллер 1801	ПК-2, ОПК-6
51. Нижний уровень системы управления роботом РМ-01	ПК-2, ОПК-6

Образцы вопросов из фонда тестовых заданий (ПК-2, ОПК-6)

1.Как классифицируются промышленные роботы (по грузоподъемности)?

а) 10 кг., 100 кг., 1000 кг.

б) ≤ 3 кг., ≤30 кг., > 300 кг.

в) ≤ 5 кг., ≤ 60 кг., > 60 кг.

2.Как классифицируются промышленные роботы (по поколениям)?

а) Роботы 1-го, 2-го, 3-го, 4-го и 5-го поколений.

б) Роботы 1-го, 2-го и 3-го поколений.

в) Роботы 1-го и 2-го поколений.

Критерии оценки:

- оценка «**не зачтено**» выставляется студенту, если он ответил правильно менее чем на 60% вопросов;
- оценка «**зачтено**» выставляется студенту, если он дал от 60 % до 70 % правильных ответов.

Приложение 4
к рабочей программе

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
1	Промышленный робот РМ-01	робот РМ-01	6
2	Промышленный робот IRB-140	робот IRB-140	6
3	Виртуальная среда программирования RobotStudio	среда программирования RobotStudio	6
	Итого		18