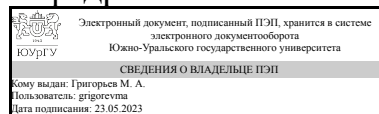


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



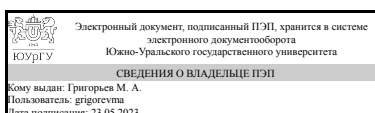
М. А. Григорьев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.07.01 Программирование роботов-манипуляторов
для направления 15.04.06 Мехатроника и робототехника
уровень Магистратура
магистерская программа Искусственный интеллект в робототехнике
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

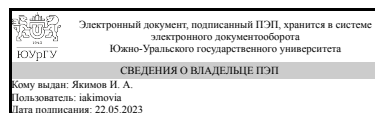
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1023

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



И. А. Якимов

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков в области программирования промышленных роботов-манипуляторов, ее исследования для обеспечения высокоэффективного функционирования средств управления, контроля и испытаний робототехнических комплексов и систем. Основная задача дисциплины – формирование первоначальных знаний и умений по программной структуре систем управления промышленных роботов, методов и подходов к их программированию, получение навыков решения стандартных задач использования промышленных роботов при разработке технических средств автоматизированных гибких технологических линий.

Краткое содержание дисциплины

В курсе данной дисциплины раскрываются программные оболочки и их конфигурирование для промышленных роботов манипуляторов на примере робота манипулятора фирмы KUKA, основные подходы к программированию и моделированию траектории перемещения целевой точки, основы формулярного программирования через пульт дистанционного управления и посредством специального языка программирования высокого уровня Kuka Robot Language (KRL), основы осуществления привязки базы и инструментов, основы применения офлайн среды разработки и программирования KUKA SIM PRO и эмулятора пульта управления OFFICE LIGHT.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен внедрять устройства робототехнических комплексов с искусственным интеллектом при реализации производственных процессов	Знает: основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования Умеет: выбирать и применять программные платформы систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования Имеет практический опыт: выбора программных платформ систем искусственного интеллекта

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Гидравлика и гидравлические средства автоматизации, Интеграция робототехнических комплексов в технологический процесс, Электропривод постоянного тока в	Производственная практика (преддипломная) (4 семестр)

робототехнических комплексах, Алгоритмы управления роботами-манипуляторами	
-------------------------------------------------------------------------------	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Интеграция робототехнических комплексов в технологический процесс	Знает: основы конфигурирования и программирования промышленных интеллектуальных робототехнических комплексов для выполнения конкретного технологического процесса, существующие программные пакеты для разработки технологических процессов и внедрения в них промышленных интеллектуальных робототехнических комплексов. Умеет: организовывать рациональную компоновку гибких роботизированных ячеек в зависимости от типа технологического процесса; выбирать необходимое программное обеспечение для построения конкретного роботизированного технологического процесса; составлять и планировать траектории движения целевой точки, задавать правильное расположение промежуточных точек и видов движений; грамотно организовывать логические сигналы управления на траектории движения для конкретных технологических процессов. Имеет практический опыт: составления роботизированных технологических ячеек и выбора рациональной компоновки ИРТК; составления типовых программ перемещения робота, а также адаптации программы робота для конкретного технологического процесса
Электропривод постоянного тока в робототехнических комплексах	Знает: методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках применения интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения. Умеет: выбирать и комплексно применять методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора. Имеет практический опыт: выбора комплексов методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области
Гидравлика и гидравлические средства автоматизации	Знает: современные методы математического расчета отдельных устройств робототехнических систем; методы проведения экспериментальных исследований на математических моделях исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием. Умеет:

	<p>применять современные методы математического расчета отдельных устройств робототехнических систем; применять методы экспериментальных исследований на математических моделях исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием. Имеет практический опыт: применения современных методов математического расчетов отдельных устройств робототехнических систем; применения методов экспериментальных исследований на математических моделях исследуемых объектов и процессов в соответствии с техническим заданием.</p>
<p>Алгоритмы управления роботами-манипуляторами</p>	<p>Знает: особенности моделирования многомерных и связанных систем. Построение матричных моделей преобразования координат; отличия дискретного циклового программного управления от дискретного позиционного программного управления роботами; непрерывное программное управления роботами; адаптивные и интеллектуальные системы управления роботами. Умеет: строить и моделировать многомерные матричные модели в среде имитационного моделирования; объяснять основные положения управления многомерной и связанной технической системой, строить кинематические схемы, составлять матрицы переходов прямых и обратных преобразований координат. Имеет практический опыт: моделирования и расчета систем управления роботами-манипуляторами, расчета систем управления, регуляторов сложной многомерной и связанной технической системы.</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 76,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	139,5	139,5
Подготовка к зачету	24	24

Работа с литературными источниками	62	62
Подготовка отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовка к защите работ	53,5	53.5
Консультации и промежуточная аттестация	12,5	12,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO. Работа с навигатором. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight. Перемещение робота и переключение режимов работы	26	6	12	8
2	Юстировка робота и определение данных нагрузки. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат. Калибровка инструмента и базы. Создание перемещений от точки к точке. Создание логических функций	22	6	12	4
3	Программирование триггера и управление захватом. Работа с блоками PATH и SPLINE. Система пользовательских сообщений. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня	16	4	8	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Общие сведения о роботах-манипуляторах: состав, структура, концепция. Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO Работа с навигатором.	2
2	1	Среды имитационного моделирования промышленных роботов манипуляторов. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные.	2
3	1	Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight. Знакомство с системами координат робота: подвижные и неподвижные. Перемещение робота и переключение режимов работы.	2
4	2	Понятие о юстировка робота при вводе в эксплуатацию. Особенности работы робота под нагрузкой. Определение данных нагрузки и внесение этой информации в систему управления. Понятие о с системе координат инструмента и базовой системе координат. Калибровка инструмента и базы. Основные команды движения от точки к точки. Особенности прохождения промежуточных точек на траектории. Сглаживание углов	2
5	2	Движение инструмента по пространственной траектории. Постоянная ориентация инструмента по отношению к детали. Движение инструмента по пространственной траектории. Переменная ориентация инструмента по	2

		отношению к детали. Возможности системы управления роботом-манипулятором для выполнения логических операций	
6	2	Логические операции OR, AND, NOT и особенности их выполнения в процессе перемещения TCP. Понятие о технологических пакетах для системы управления. Технологический пакет GripperTech. Особенности управления, установки и конфигурации тех. пакетов, а также особенности их программирования.	2
7	3	Создание управляющей программы в среде KUKA SIM PRO. Загрузка CAD файла, обрабатываемой детали. Генерация управляющего кода по CAD файлу, использование команды PATH и ее реализация в реальной системе управления блоком SPLINE.	2
8	3	Создание пользовательских сообщений в системе HMI робота-манипулятора. Концепция управления роботом-манипулятором от ПЛК. Шлейф дискретных сигналов для удаленного управления от ПЛК. Организация выбора программ от удаленного ПЛК.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Практическая работа №1. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO	2
2	1	Защита практической работы №1	2
3	1	Практическая работа №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight	2
4	1	Защита практической работы №2	2
5	1	Практическая работа №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка	2
6	1	Защита практической работы №3	2
7	2	Практическая работа №4. Создание элементарных перемещений	2
8	2	Защита практической работы №4	2
9	2	Практическая работа №5. Создание перемещений по траектории в программе KUKA SIM PRO	2
10	2	Защита практической работы №5	2
11	2	Практическая работа №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO	2
12	2	Защита практической работы №6	2
13	3	Практическая работа №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO	2
14	3	Защита практической работы №7	2
15	3	Практическая работа №8. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня	2
16	3	Защита практической работы №8	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Лабораторная работа № 1 "Перемещение робота в ручную и переключение режимов работы"	2

2	1	Защита лабораторной работы №1	2
3	1	Лабораторная работа № 2 "Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат"	2
4	1	Защита лабораторной работы № 2	2
5	2	Лабораторная работа № 3 "Создание перемещений по траектории"	2
6	2	Защита лабораторных работы № 3	2
7	3	Лабораторная работа № 4 "Программирование движений типа SPLINE"	2
8	3	Защита лабораторной работы № 4	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	<p>1. Зенкевич, С. Л. Управление роботами: Основы управления манипуляционными роботами Учебник для вузов по специальности "Роботы и робототехн. системы". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 399 с. ил. 2. Локтева, С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы Учебник С. Е. Локтева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с. ил. 3. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил. 5. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами : учебное пособие / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко ; под редакцией С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. — 480 с. — ISBN 5-7038-2567-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106392 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 6. Выжигин, А.Ю. Гибкие производственные системы : учебное пособие / А.Ю. Выжигин. — Москва : Машиностроение, 2012. — 288 с. — ISBN 978-5-94275-620-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63217 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>	3	24
Работа с литературными источниками	1. Зенкевич, С. Л. Управление роботами:	3	62

	<p>Основы управления манипуляционными роботами Учебник для вузов по специальности "Роботы и робототехн. системы". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 399 с. ил. 2.</p> <p>Локтева, С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы Учебник С. Е. Локтева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с. ил. 3. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил. 5. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами : учебное пособие / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко ; под редакцией С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. — 480 с. — ISBN 5-7038-2567-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106392 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 6. Выжигин, А.Ю. Гибкие производственные системы : учебное пособие / А.Ю. Выжигин. — Москва : Машиностроение, 2012. — 288 с. — ISBN 978-5-94275-620-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63217 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</p>		
<p>Подготовка отчетов по лабораторным и практическим работам, подготовка к защите работ</p>	<p>1. Зенкевич, С. Л. Управление роботами: Основы управления манипуляционными роботами Учебник для вузов по специальности "Роботы и робототехн. системы". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 399 с. ил. 2.</p> <p>Локтева, С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы Учебник С. Е. Локтева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с. ил. 3. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Белянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил. 4. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил.</p>	<p>3</p>	<p>53,5</p>

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Защита практической работы №1. Знакомство с программным пакетом KUKA SIM PRO	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
2	3	Текущий контроль	Защита практической работы №2. Знакомство с программным пакетом виртуальной системы управления OfficeLight	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл.	дифференцированный зачет
3	3	Текущий контроль	Защита практической работы №3. Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат в программе KUKA SIM PRO. Калибровка	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл.	дифференцированный зачет
4	3	Текущий контроль	Защита практической работы №4. Создание элементарных перемещений	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
5	3	Текущий контроль	Защита практической работы №5. Создание перемещений по траектории в программе KUKA SIM PRO	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
6	3	Текущий	Защита	1	5	За каждый правильно	дифференцированный

		контроль	практической работы №6. Создание логических функций в программе KUKA SIM PRO			ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	зачет
7	3	Текущий контроль	Защита практической работы №7. Работа с блоками PATH в программе KUKA SIM PRO	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
8	3	Текущий контроль	Защита практической работы №8. Концепция управления движением робота-манипулятора KUKA от верхнего уровня	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
9	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы № 1 "Перемещение робота в ручную и переключение режимов работы"	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
10	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы № 2 "Работа с системой координат инструмента и базовой системой координат"	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
11	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы № 3 "Создание перемещений по траектории"	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
12	3	Текущий контроль	Защита лабораторной работы № 4 "Программирование движений типа SPLINE"	1	5	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 1 балл. (Всего задается пять вопросов)	дифференцированный зачет
13	3	Промежуточная аттестация	Дифференцируемый зачет	-	40	За каждый правильно ответственный вопрос начисляется 10 баллов. Если правильность ответа студента на вопрос составляет 50%,	дифференцированный зачет

						начисляется 5 баллов. Если правильность ответа студента на вопрос составляет менее 50%, начисляется 0 баллов.	
--	--	--	--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Студенту выдается зачетный билет с четырьмя вопросами. За каждый правильно отвеченный вопрос начисляется 10 баллов. В сумме максимальный балл за диф. зачет составляет 40 баллов. Если студент не ответил ни на один вопрос ставится 0 баллов. Если студент хотя бы ответил правильно на 50% от заданного вопроса из 10 баллов за вопрос ставится 5 баллов.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПК-2	Знает: основные критерии эффективности и качества функционирования системы искусственного интеллекта: точность, релевантность, достоверность, целостность, быстрота решения задач, надежность, защищенность функционирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: выбирать и применять программные платформы систем искусственного интеллекта с учетом основных критериев эффективности и качества функционирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: выбора программных платформ систем искусственного интеллекта	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Зенкевич, С. Л. Управление роботами: Основы управления манипуляционными роботами Учебник для вузов по специальности "Роботы и робототехн. системы". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. - 399 с. ил.
2. Локтева, С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы Учебник С. Е. Локтева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Аншин, С. С. Проектирование и разработка промышленных роботов Под общ. ред. Я. А. Шифрина, П. Н. Беянина. - М.: Машиностроение, 1989. - 272 с. ил.

2. Белянин, П. Н. Робототехнические системы для машиностроения. - М.: Машиностроение, 1986. - 253 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания для выполнения лабораторных работ
2. Методические указания для выполнения практических работ

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для выполнения лабораторных работ
2. Методические указания для выполнения практических работ

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами : учебное пособие / С.Л. Зенкевич, А.С. Ющенко ; под редакцией С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2004. — 480 с. — ISBN 5-7038-2567-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106392 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Выжигин, А.Ю. Гибкие производственные системы : учебное пособие / А.Ю. Выжигин. — Москва : Машиностроение, 2012. — 288 с. — ISBN 978-5-94275-620-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63217 (дата обращения: 03.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	815	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска,

	(3б)	компьютерная техника, Microsoft Office
Практические занятия и семинары	810-2 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, компьютерная техника, Microsoft Office, Matlab, KUKA SIM PRO. Две роботизированные ячейки KUKA.
Лабораторные занятия	810-2 (3б)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, компьютерная техника, Microsoft Office, Matlab, KUKA SIM PRO. Две роботизированные ячейки KUKA.