

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



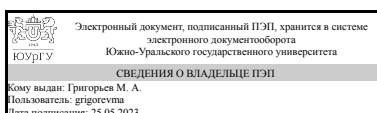
А. Е. Бычков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.06 Электрические машины
для направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

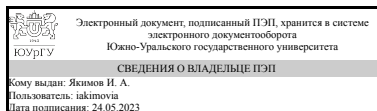
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1046

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 курса «Электрические машины» является изучение различных электромеханических преобразователей энергии и подготовка студентов по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" к самостоятельной профессиональной деятельности в области современных мехатронных систем в автоматизированном производстве. Задачами курса «Электрические машины» являются: 1. Получение информационных сведений об электрических машинах по принципу действия, устройству, физическим явлениям и их закономерностям, новым перспективным направлениям развития и применения электрических машин; 2. Изучение методов теоретического и экспериментального исследования, расчета и проектирования электрических машин; 3. Выработать умение применять полученные знания при изучении дальнейших курсов и в будущей самостоятельной профессиональной деятельности.

Краткое содержание дисциплины

Курс данной дисциплины раскрывает принцип действия, основные характеристики и параметры электрических генераторов, двигателей постоянного тока, общие вопросы теории машин переменного тока, в том числе асинхронные и синхронные двигатели. Также рассматривается принцип действия и основные законы работы трансформаторов их режимы и свойства. В процессе освоения дисциплины практические навыки будут формироваться в форме выполнения лабораторных работ. Вид промежуточной аттестации - экзамен.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен обеспечивать эффективную эксплуатацию гибких производственных систем в машиностроении	Знает: Принцип действия современных типов электрических машин постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики. Умеет: Читать электрические схемы с применением электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электрических машин. Имеет практический опыт: Расчеты, анализа режимов работы и характеристик электрических машин, направленных на повышение эффективности работы гибких производственных систем.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.01 Введение в мехатронику и робототехнику	1.Ф.03 Системы управления электроприводов

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.01 Введение в мехатронику и робототехнику	Знает: Основные подходы к организации времени; возможные сферы и направления профессиональной самореализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития., Основные отличительные особенности гибких производственных систем; принципы работы и основные технические характеристики гибких производственных систем., Основной понятийный аппарат мехатроники как науки; концептуальные принципы построения мехатронных систем; основные понятия и законы электротехники; классификацию, общее устройство и принцип действия электрических двигателей; общие принципы работы силовых преобразователей электрической энергии; основные понятия и законы гидравлики; классификацию, общее устройство и принцип действия гидроцилиндров, поворотных гидроцилиндров, гидромоторов, гидроаппаратов; классификацию, общее устройство и основные свойства механических преобразователей (зубчатых, червячных, передач с гибкими связями, винт-гайка); общие понятия управления современными промышленными мехатронными системами. Умеет: Выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей., Читать чертежи и схемы принципиальные электрические, гидравлические, пневматические; осуществлять поиск требуемой нормативно-технической литературы., Определять принципы построения мехатронных систем; классифицировать мехатронные системы. Имеет практический опыт: Использования научно-технической литературы для решения поставленных задач; использования приёмов целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач., Подбора и сравнения технических характеристик, конструктивных особенностей отечественных и зарубежных гибких производственных систем., Решения общих задач профессиональной

	деятельности.
--	---------------

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 40,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	67,5	67,5
Оформление отчета и подготовка к защите лабораторных работ	18,5	18,5
Подготовка к экзамену	18	18
Конспектирование теоретического материала вынесенного на самостоятельное изучение	18	18
Проработка лекционного материала	13	13
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Краткая история развития электрических машин. Электрические машины постоянного тока	8	4	0	4
2	Трансформаторы	8	4	0	4
3	Электрические машины переменного тока	10	6	0	4
4	Специальные электрические машины	6	2	0	4

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Краткая история развития электрических машин. Предмет курса «Электрические машины», его место в системе электротехнического образования. Связь курса со смежными дисциплинами. Краткие исторические сведения об электрических машинах и трансформаторах. Вклад в электротехнику и в электромашиностроение отечественных и зарубежных ученых. Классификация и основные виды электрических машин.	2
2	1	Общие вопросы электрических машин постоянного тока. Коллекторная	2

		машина постоянного тока и основные элементы ее конструкции. Магнитная цепь машины постоянного тока. Кривая намагничивания и магнитная характеристика машины. Понятие насыщения магнитной системы. Генераторы и двигатели постоянного тока. Пуск в ход. Регулирование скорости. (С использованием инновационной образовательной технологии "Лекция-консультация")	
3	2	Однофазные трансформаторы. Назначение, области применения трансформаторов. Классификация и конструкция трансформаторов. Принцип действия трансформатора. Процессы в трансформаторе при холостом ходе. Характеристика намагничивания. Форма кривой намагничивающего тока. Потери холостого хода. Работа трансформатора в режиме короткого замыкания. Работа трансформатора под нагрузкой. Внешние характеристики и изменение вторичного напряжения трансформатора. (С использованием инновационной образовательной технологии "Проблемная лекция")	2
4	2	Трехфазные трансформаторы. Магнитные системы трехфазных трансформаторов. ЭДС трехфазных обмоток. Схемы и группы соединения трансформаторов, параллельная работа трансформаторов. Особенности холостого хода трехфазных трансформаторов. Автотрансформаторы. Трансформаторы с плавным регулированием напряжения. Сварочные трансформаторы. Испытательные трансформаторы. Многообмоточные трансформаторы. (С использованием инновационной образовательной технологии "Проблемная лекция")	2
5	3	Общие вопросы машин переменного тока. Классификация, конструкция, принцип действия машин переменного тока. ЭДС обмоток машин переменного тока. Индуктивные сопротивления обмоток переменного тока. Электромагнитные процессы в асинхронной машине при неподвижном и вращающемся роторе. Режим работы асинхронной машины, при заторможенном роторе. Основные уравнения, векторные диаграммы, схемы замещения.	2
6	3	Электромагнитные мощность и момент. Механические и скоростные характеристики асинхронного двигателя. Рабочие характеристики при полном и пониженном напряжении. Построение рабочих характеристик с помощью круговых диаграмм. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя. Способы пуска асинхронных двигателей. Пусковые характеристики двигателей. Двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. Способы регулирования частоты вращения ротора. Электромагнитные процессы и характеристики при разных способах регулирования. Тормозные режимы асинхронных двигателей. (С использованием инновационной образовательной технологии "Проблемная лекция")	2
7	3	Электромагнитные процессы в синхронной машине при холостом ходе. Электромагнитные процессы в синхронной машине при симметричной нагрузке. Реакция якоря синхронной машины. Поперечное и продольное поле якоря. Влияние поля якоря на форму кривой напряжения синхронного генератора. Параметры обмотки статора при установившемся симметричном режиме нагрузки. Векторные диаграммы синхронных генераторов. Характеристики синхронных генераторов. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу и методы синхронизации. Статическая перегружаемость синхронных машин, понятие о статической устойчивости. U – образные характеристики синхронных машин. Синхронный двигатель. Основные энергетические соотношения и векторные диаграммы синхронного двигателя. Рабочие характеристики синхронных двигателей. Реактивные синхронные двигатели. Регулирование активной и реактивной мощности. Синхронные компенсаторы	2
8	4	Специальные электрические машины. Исполнительные двигатели	2

		постоянного и переменного тока. Тахогенераторы постоянного и переменного тока. Тихоходные двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения. Электродвигатели малой мощности для систем автоматики.	
--	--	---	--

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Лабораторная работа №1. Исследование машин постоянного тока. (С использованием инновационной технологии "Компьютерная симуляция" и "Работа в команде")	2
2	1	Защита лабораторной работы №1	2
3	2	Лабораторная работа №2. Исследование работы трансформаторов. (С использованием инновационной технологии "Компьютерная симуляция" и "Работа в команде")	2
4	2	Защита лабораторной работы №2	2
5	3	Лабораторная работа №3. Исследование машин переменного тока. (С использованием инновационной технологии "Компьютерная симуляция")	2
6	3	Защита лабораторной работы №3	2
7	4	Лабораторная работа №4. Исследование линейного двигателя. (С использованием инновационной технологии "Компьютерная симуляция")	2
8	4	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
Оформление отчета и подготовка к защите лабораторных работ	Основная литература: [1] с.10-300; [2] с. 10-550; Дополнительная литература: [1] с.10-280; [2] с. 8-334; [3] с. 20-490; Электронная учебно-методическая документация [1] с. 2-60. Программное обеспечение [1]; [2].	4	18,5
Подготовка к экзамену	Основная литература: [1] с.10-300; [2] с. 10-550; Электронная учебно-методическая документация [1] с. 2-60.	4	18
Конспектирование теоретического материала вынесенного на самостоятельное изучение	Основная литература: [1] с.10-300; [2] с. 10-550; Дополнительная литература: [1] с.10-280; [2] с. 8-334; [3] с. 20-490; Электронная учебно-методическая документация [1] с. 2-60. Информационные справочные системы [1].	4	18
Проработка лекционного материала	Основная литература: [1] с.10-300; [2] с. 10-550. Электронная учебно-методическая документация [2] с. 8-250.	4	13

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	4	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	0,25	5	(Контроль раздела 1) Лабораторная работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек, отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Критерии начисления баллов: 5 баллов - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, правильный ответ на каждый из 3-х вопросов при защите. 4 балла - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 3 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 2 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 1 балл - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, не правильный ответ на 3 вопроса из 3-х вопросов при защите. 0 баллов - лабораторная работа не выполнена и не защищена, отчет не оформлен.	экзамен
2	4	Текущий	Защита	0,25	5	(Контроль раздела 2) Лабораторная	экзамен

		контроль	лабораторной работы №2		работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек, отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Критерии начисления баллов: 5 баллов - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, правильный ответ на каждый из 3-х вопросов при защите. 4 балла - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 3 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 2 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 1 балл - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, не правильный ответ на 3 вопроса из 3-х вопросов при защите. 0 баллов - лабораторная работа не выполнена и не защищена, отчет не оформлен.	
3	4	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	0,25	5 (Контроль раздела 3) Лабораторная работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек, отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Критерии начисления баллов: 5 баллов - приведены методики расчетов,	экзамен

					расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, правильный ответ на каждый из 3-х вопросов при защите. 4 балла - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 3 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 2 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 1 балл - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, не правильный ответ на 3 вопроса из 3-х вопросов при защите. 0 баллов - лабораторная работа не выполнена и не защищена, отчет не оформлен.	
4	4	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №4	0,25	5 (Контроль раздела 4) Лабораторная работа выполняется бригадой, состоящая из 3 человек, отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Критерии начисления баллов: 5 баллов - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, правильный ответ на каждый из 3-х вопросов при защите. 4 балла - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 3 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы логичны и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 2 балла - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны	экзамен

						и обоснованы, частично правильный ответ на хотя бы один из 3-х вопросов при защите. 1 балл - приведены методики расчетов, расчеты с ошибками, выводы не логичны и обоснованы, не правильный ответ на 3 вопроса из 3-х вопросов при защите. 0 баллов - лабораторная работа не выполнена и не защищена, отчет не оформлен.	
5	4	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	Студенту выдается экзаменационный билет, состоящий из 3-х вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. Максимальная оценка правильного ответа на каждый вопрос указывается в билете. Частично правильный ответ на вопрос соответствует половине указанных баллов. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На подготовку к ответу студенту дается 20 минут, непосредственно ответ преподавателю - 10 минут.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Каждый студент по очереди берет билет и готовится к ответу. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность ответа каждого студента: 20 минут на подготовку к ответу, 10 минут непосредственно ответ преподавателю. Оценка за экзамен рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине R_d на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ по формуле $R_d = R_{тек}$, где $R_{тек} = 0,25 K_{M1} + 0,25 K_{M2} + 0,25 K_{M3} + 0,25 K_{M4}$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле $R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па}$, где $R_{па}$ - баллы полученные на промежуточной аттестации (экзамен). Шкала перевода рейтинга в оценку: "Отлично" - $R_d = 85 \dots 100\%$; "Хорошо" - $R_d = 75 \dots 84\%$; "Удовлетворительно" - $R_d = 60 \dots 74\%$; "Неудовлетворительно" - $R_d = 0 \dots 59\%$.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: Принцип действия современных типов электрических машин постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики.	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: Читать электрические схемы с применением электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электрических машин.	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: Расчеты, анализа режимов работы и характеристик электрических машин, направленных на повышение эффективности работы гибких производственных систем.	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Беспалов, В. Я. Электрические машины Учеб. пособие для вузов по направлению 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. - М.: Академия, 2006. - 312, [1] с. ил.
2. Копылов, И. П. Электрические машины Учеб. для вузов по электромех. и электроэнергет. специальностям. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа: Логос, 2000. - 606, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Гольдберг, О. Д. Электромеханика Текст учеб. для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская ; под ред. О. Д. Гольдберга. - М.: Академия, 2007. - 511, [1] с. ил.
2. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы Текст учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. и др.: Питер, 2008. - 319 с. ил.
3. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока Текст учебник для вузов по направлениям "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. и др.: Питер, 2010. - 349 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 по дисциплине "Электрические машины"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Электрические машины"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Электрические машины" https://mechatronics.susu.ru/literature-rus.html
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167448 (дата обращения: 21.12.2021). — 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
Лабораторные занятия	812-2 (3б)	1. Персональный компьютер. 2. Проектор. 3. Интерактивная доска. 4. Программное обеспечение MS Office, Windows.
Лекции	815 (3б)	1. Персональный компьютер. 2. Проектор. 3. Интерактивная доска. 4. Программное обеспечение MS Office, Windows.