

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156638	Расчет и проектирование электрических машин и трансформаторов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроэнергетика и электротехника	Код ОП 1. 13.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Электроэнергетика и электротехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисенко Виктор Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	электротехники
2	Малыгин Игорь Вячеславович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники
3	Мойсейченков Александр Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники
4	Шутько Виктор Федорович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Расчет и проектирование электрических машин и трансформаторов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает в себя дисциплины «Дополнительные главы теоретических основ электротехники», «Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов», «Расчет и проектирование асинхронных двигателей», «Расчет и проектирование трансформаторов», «Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах». Модуль предусматривает формирование фундаментальных теоретических и практических знаний и навыков в области проектирования электрических машин и трансформаторов, освоение методов проектирования с широким использованием ЭВМ и САПР. В результате студент должен овладеть методами системного анализа многокритериальной оптимизации, интерактивного проектирования электрических машин, принятия решений при структурном и параметрическом синтезе электрических машин, приобрести навыки практического проектирования и конструирования трансформаторов.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах	4
2	Дополнительные главы теоретических основ электротехники	3
3	Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов	8
4	Расчет и проектирование трансформаторов	3
5	Расчет и проектирование асинхронных двигателей	4
ИТОГО по модулю:		22

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Дополнительные главы теоретических основ электротехники	ПК-29 - Способен использовать методы анализа и моделирования электромеханических и электромагнитных преобразователей	<p>З-1 - Изложить основные понятия и законы теории электромагнитного поля и электромагнитных цепей</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы анализа стационарных и переменных электромагнитных полей</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт выполнения расчетов параметров элементов электротехнических устройств и электроустановок</p>
Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов	ПК-29 - Способен использовать методы анализа и моделирования электромеханических и электромагнитных преобразователей	<p>З-2 - Описывать несимметричные режимы работы трансформаторов</p> <p>З-3 - Описывать несимметричные режимы электрических машин</p> <p>У-2 - Анализировать режимы работы трансформаторов и переходные процессы</p> <p>У-3 - Анализировать режимы работы и переходные процессы электрических машин</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор методов моделирования трансформаторов</p> <p>П-3 - Осуществлять обоснованный выбор методов моделирования электрических машин</p>
Расчет и проектирование асинхронных двигателей	ПК-19 - Способен выполнять расчеты электрических схем и конструктивных элементов составных частей электромеханического оборудования	<p>З-1 - Изложить методики расчета и проектирования вращающихся электрических машин</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность действий при расчете и проектировании вращающихся электрических машин</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методик расчета и проектирования вращающихся электрических машин</p>
Расчет и проектирование	ПК-18 - Способен выполнять расчеты электрических схем,	З-1 - Изложить методики расчета и проектирования силовых трансформаторов

трансформаторов	конструктивных элементов, электрических и тепловых режимов работы силовых трансформаторов	<p>У-1 - Устанавливать последовательность действий при расчете и проектировании силовых трансформаторов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методик расчета и проектирования силовых трансформаторов</p>
Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах	ПК-20 - Способен выполнять расчеты электрических и тепловых режимов работы составных частей электромеханического оборудования	<p>З-1 - Объяснять роль и значение тепловых, гидравлических и аэродинамических явлений в электрических машинах</p> <p>У-1 - Обосновать целесообразность применения различных систем охлаждения и конструкций их элементов</p> <p>П-1 - Выполнять тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты процессов, происходящих в электрических машинах</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Тепловые и гидравлические расчеты в
электрических машинах

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисенко Виктор Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	<p>Предмет курса. Роль и значение гидродинамических и тепловых явлений в электрических машинах (ЭМ). Требования к ЭМ по уровню нагрева. Общая характеристика физических процессов тепловыделения и теплопередачи в ЭМ.</p> <p>Требования к системам охлаждения ЭМ. Основные типы систем охлаждения, их связь с мощностью машин, условиями эксплуатации, степенью защиты.</p>
P2	Основы теории гидравлических и аэродинамических расчетов	<p>Основные понятия и законы аэродинамики и гидравлики.</p> <p>Жидкость и ее физические свойства: Понятие о капельных и газообразных жидкостях. Физические свойства жидкостей: плотность, температурное расширение, сжимаемость, вязкость. Понятие об идеальной жидкости.</p> <p>Основные понятия гидростатики: Основные пограничном динамическом слое. Уравнения гидростатики. Гидростатическое давление и его измерение.</p> <p>Основные понятия гидродинамики: Линии и трубки тока. Живое сечение и гидравлический диаметр потока жидкости. Уравнение неразрывности течения. Расход и средняя скорость потока.</p> <p>Режимы течения жидкости: Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Структура ламинарного и турбулентного потоков.</p>

		<p>Уравнения гидродинамики: Силы, действующие на жидкость при ее движении. Дифференциальное уравнение динамики жидкости. Полное, динамическое и статическое давление в потоке. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости. Особенности уравнения Бернулли для газа. Важнейшие следствия из уравнения Бернулли. Измерение давлений, скорости и расхода в потоке с помощью пневмометрических трубок.</p> <p>Гидравлические сопротивления.</p> <p>Сопротивление трения по длине каналов: Особенности расчетов при ламинарном и турбулентном режимах течения. Влияние шероховатости стенок.</p> <p>Местные гидравлические сопротивления: При изменении площади сечения и направления потоков, при слиянии и разделении потоков.</p> <p>Результирующее гидравлическое сопротивление электрической машины: Закон Адкинсона. Электрогидравлическая аналогия. Эквивалентная схема замещения вентиляционного тракта ЭМ. Составление и преобразование ЭГС. Схемы вентиляции ЭМ. Результирующее сопротивление последовательных и параллельных участков. Рекомендации по снижению гидравлических сопротивлений в системах охлаждения ЭМ.</p>
РЗ	Системы охлаждения электрических машин и их расчет	<p>Типы систем охлаждения электрических машин. Классификация систем охлаждения. Вентиляционные системы электрических машин различных конструктивных типов.</p> <p>Вентиляторы электрических машин.</p> <p>Устройство и принцип действия вентиляторов: Типы вентиляторов. Устройство и принцип работы центробежных и осевых вентиляторов. Особенности встроенных вентиляторов ЭМ.</p> <p>Теория идеального центробежного вентилятора: Теоретический напор вентилятора.</p> <p>Внешние характеристики вентиляторов. Внешняя аэродинамическая характеристика и ее расчет, мощность и КПД вентилятора. Способы повышения КПД. Универсальные безразмерные внешние характеристики вентиляторов и их использование при поверочном и проектном вентиляционных расчетах.</p> <p>Вентиляционный расчет электрических машин. Задачи вентиляционного расчета.</p> <p>Расчет совместной работы вентилятора и вентиляционного тракта. Графический и аналитический методы.</p> <p>Расчет сложных вентиляционных схем: Расчет сложных вентиляционных схем замещения электрических машин с</p>

		несколькими напорными элементами. Использование ЭВМ при гидравлических расчетах.
P4	Основы теории теплопередачи	<p>Основные положения теории теплопроводности.</p> <p>Основные процессы передачи тепла: Теплопроводность, конвективный и лучистый теплообмен. Температурное поле в неподвижной среде. Тепловой поток и его плотность.</p> <p>Закон теплопроводности Фурье: Коэффициенты теплопроводности материалов.</p> <p>Дифференциальное уравнение теплопроводности: Вывод уравнения и его упрощенные разновидности. Граничные и начальные условия при решении краевых задач теплопроводности. Коэффициент теплоотдачи и формула Ньютона-Рихмана.</p> <p>Основы расчета температурных полей в твердом теле.</p> <p>Стационарная теплопроводность: Стационарные одномерные температурные поля в плоской стенке. Понятие о тепловом сопротивлении и тепловой проводимости.</p> <p>Аналитические и численные методы расчета: Аналитический метод расчета стационарного двухмерного температурного поля. Приближенный метод Зодерберга.</p> <p>Расчет коэффициентов теплоотдачи при конвективном и лучистом теплообмене:</p> <p>Конвективный теплообмен: Конвективный теплоперенос.</p> <p>Теория физического подобия: Сущность теории физического подобия и цели, достигаемые при его использовании. Применение теории физического подобия к расчету теплоотдачи. Естественная конвекция.</p> <p>Критериальные уравнения конвективной теплоотдачи: Критериальные уравнения для основных случаев естественной и вынужденной конвекции. Расчет коэффициентов теплоотдачи для различных элементов электрических машин по критериальным уравнениям. Эмпирические формулы для непосредственного определения коэффициентов теплоотдачи и ограничивающие условия их применения. Способы интенсификации конвективной теплоотдачи.</p> <p>Тепловое излучение: Физическая сущность теплового излучения. Расчет коэффициента теплоотдачи излучением с помощью закона Стефана – Больцмана. Результирующий коэффициент теплоотдачи при совместном действии конвекции и излучения в электрических машинах.</p>
P5	Тепловые расчеты электрических машин	Задачи и методы теплового расчета.

		<p>Задачи тепловых расчетов ЭМ: Исходные данные для расчетов: распределение потерь, геометрических размеры основных частей, теплофизические свойства материалов, расходы и скорости охлаждающих сред. Роль теплового расчета в проектировании ЭМ.</p> <p>Методы тепловых расчетов. Метод тепловых параметров.</p> <p>Тепловые расчеты на основе метода температурного поля: Пример расчета распределения температуры в обмотке и сердечнике трансформатора аналитическими методами.</p> <p>Принцип расчета тепловых сопротивлений.</p> <p>Метод эквивалентных тепловых схем. Тепловые схемы электрических машин защищенного исполнения: Сущность метода эквивалентных тепловых схем и его связь с методом поля. Построение тепловых схем статоров и роторов машин переменного тока, якорей и индукторов машин постоянного тока.</p> <p>Тепловые схемы электрических машин закрытого исполнения.</p> <p>Система уравнений теплового баланса для тепловых схем и способы их решения: Аналогия между тепловыми и электрическими схемами. Применимость методов расчета электрических схем постоянного тока к тепловым схемам. Системы управления теплового баланса и способы их решения. Применение вычислительной техники для расчета сложных тепловых схем.</p> <p>Нестационарные тепловые расчеты электрических машин</p> <p>Классическая теория нестационарного теплового процесса: Классическая теория нестационарного теплового процесса в электрической машине. Система дифференциальных уравнений теплового баланса элементов ЭМ при нестационарном тепловом режиме. Постоянные времени теплового процесса. Нестационарный нагрев в стандартных режимах работы электрических машин.</p>
Р6	Заключение	Новые направления развития и интенсификации охлаждения электрических машин.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-	Технология самостоятельной работы	ПК-20 - Способен выполнять расчеты электрических и	З-1 - Объяснять роль и значение тепловых,

	исследовательская		тепловых режимов работы составных частей электромеханического оборудования	гидравлических и аэродинамических явлений в электрических машинах У-1 - Обосновать целесообразность применения различных систем охлаждения и конструкций их элементов П-1 - Выполнять тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты процессов, происходящих в электрических машинах
--	-------------------	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах

Электронные ресурсы (издания)

1. Костенко, М. П.; Электрические машины 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы; Энергия, Ленинград; 1972; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450047> (Электронное издание)
2. Костенко, М. П.; Электрические машины 2. Машины переменного тока; Энергия, Ленинград; 1973; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450046> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сипайлов, Г. А., Жадан, В. А., Санников, Д. И.; Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах : Учебник для вузов по специальности "Электромеханика".; Высшая школа, Москва; 1989 (48 экз.)
2. , Копылов, И. П., Морозкин, В. П., Токарев, Б. Ф.; Проектирование электрических машин : учебник для студентов электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2002 (282 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
---	----------------------------------	---	---

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы теоретических
основ электротехники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Белошабский Василий Васильевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	электротехники
2	Громов Владимир Васильевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р1	Основы теории электромагнитного поля	Векторы электромагнитного поля. Классификация электромагнитных полей. Дифференциальная и интегральная формы уравнений электромагнитного поля. Потенциальное и вихревое поля. Скалярный и векторный потенциал. Поле в веществе, характеристики изотропных сред.
Р2	Электростатическое поле	Уравнения электростатического поля в дифференциальной и интегральной форме. Безвихревой характер электростатического поля. Уравнения Пуассона и Лапласа. Граничные условия на поверхности раздела двух сред. Плоскопараллельное поле. Применение функций комплексного переменного. Поле двухпроводной линии передачи. Поле параллельных несоосных цилиндров. Метод зеркальных изображений. Численный расчет электростатического поля методом сеток. Емкость двухпроводной линии передачи, потенциальные коэффициенты, коэффициенты электростатической индукции и частичные емкости.
Р3	Стационарные электрическое и магнитное поля	Уравнения электромагнитного поля постоянных токов в дифференциальной и интегральной форме. Граничные условия

		<p>на поверхности раздела двух сред. Уравнение Лапласа. Аналогия электростатических и стационарных электрических полей. Ток утечки в кабеле и сопротивление изоляции кабеля. Сопротивление заземления. Вихревой характер магнитного поля токов. Скалярный и векторный магнитные потенциалы. Аналогия электростатических и стационарных магнитных полей. Метод зеркальных изображений. Индуктивность двухпроводной линии и взаимная индуктивность линий. Магнитное экранирование.</p>
Р4	Переменное электромагнитное поле	<p>Уравнения Максвелла в комплексной форме. Теорема Умова-Пойнтинга. Вектор Пойнтинга. Электродинамические векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Плоские электромагнитные волны в диэлектрике и в проводящей среде. Параметры волны. Электромагнитное экранирование. Поверхностный электрический и магнитные эффекты.</p> <p>Комплексная магнитная и диэлектрическая проницаемость. Активное и внутреннее индуктивное сопротивления проводов. Эффект близости.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-29 - Способен использовать методы анализа и моделирования электромеханических и электромагнитных преобразователей	<p>З-1 - Изложить основные понятия и законы теории электромагнитного поля и электромагнитных цепей</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы анализа стационарных и переменных электромагнитных полей</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт выполнения расчетов</p>

				параметров элементов электротехнических устройств и электроустановок
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы теоретических основ электротехники

Электронные ресурсы (издания)

1. Кузовкин, В. А.; Теоретическая электротехника : учебник.; Логос, Москва; 2006; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89927> (Электронное издание)

Печатные издания

1. ; Теоретические основы электротехники : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" : [в 3 т.]. Т. 1. ; Питер, Москва ; СПб. ; Нижний Новгород [и др.]; 2006 (186 экз.)

2. ; Теоретические основы электротехники : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" : [в 3 т.]. Т. 2. ; Питер, Москва ; СПб. ; Нижний Новгород [и др.]; 2006 (185 экз.)

3. ; Теоретические основы электротехники : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" : [в 3 т.]. Т. 3. ; Питер, Москва ; СПб. ; Нижний Новгород [и др.]; 2006 (156 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы теоретических основ электротехники

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы электрических
машин и трансформаторов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Шутько Виктор Федорович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Трансформаторы	<p>Несимметричные режимы работы трансформаторов. Применение метода симметричных составляющих. Поведение трансформатора по отношению к токам различных последовательностей. Сопротивление нулевой последовательности и его определение.</p> <p>Переходные режимы трансформаторов. Процессы при включении трансформатора в сеть и при его внезапном коротком замыкании. Нагрев обмоток и механические усилия.</p> <p>Специальные типы трансформаторов. Автотрансформатор. Принцип действия, основные соотношения, области применения. Трехобмоточные трансформаторы.</p>
P2	Общие вопросы теории машин переменного тока	<p>Обмотки машин переменного тока. Общие принципы выполнения обмоток. Их классификация. Обмотки двухслойные и однослойные, трехфазные. Однофазная короткозамкнутая обмотка в виде беличьей клетки.</p> <p>Магнитодвижущая сила (МДС) обмотки переменного тока. МДС катушки с полным шагом. Основная и высшие гармоники МДС. МДС катушечной группы и фазы однослойной и двухслойной обмоток. Разложение пульсирующей волны МДС на вращающиеся волны МДС. МДС трехфазной обмотки.</p> <p>ЭДС обмотки переменного тока. ЭДС проводника, витка, катушки, фазы от основной и высшей гармоник поля.</p>

		<p>Коэффициенты укорочения, распределения и скоса. Обмоточный коэффициент. Улучшение формы кривой ЭДС.</p> <p>Магнитные поля и индуктивные сопротивления обмоток переменного тока. Основное магнитное поле и поле рассеяния: пазовое, лобовое, по коронкам зубцов. Индуктивные сопротивления от магнитных полей воздушного зазора и полей рассеяния.</p>
Р3	Асинхронные машины	<p>Схемы замещения и круговая диаграмма АМ. Уравнения АМ. Приведение вторичной обмотки к первичной. Т - образная и Г - образная схемы замещения. Круговая диаграмма. Построение рабочих характеристик АД из круговой диаграммы.</p> <p>Короткозамкнутые АД с вытеснением тока в обмотке ротора. Глубокопазный и двухклеточный двигатели. Принципы их работы, схемы замещения, пусковые и рабочие характеристики.</p> <p>Пуск в ход АД. Включение двигателя на сеть. Пуск двигателей с фазным ротором. Пуск короткозамкнутых двигателей: прямой, реакторный, автотрансформаторный и посредством переключения обмотки статора со звезды на треугольник.</p> <p>Регулирование скорости вращения двигателей. Способы регулирования скорости: изменением числа полюсов, первичной частоты и напряжения, введением активного сопротивления в ротор.</p> <p>Особые режимы работы и специальные типы АМ. Работа двигателя при несимметрии в цепи статора и ротора. Механические характеристики АД при однофазном статоре и симметричном роторе, при симметричном статоре и однофазном роторе. Однофазные АД. Пуск в ход. Конденсаторные двигатели.</p>
Р4	Синхронные машины	<p>Переходные процессы синхронных машин. Переходные процессы в цепях якоря и индуктора синхронных машин. Гашение магнитного поля и переходные процессы в цепях индуктора синхронных машин. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора. Физическая картина переходного процесса. Параметры обмотки статора при внезапном к.з. Токи и механические силы при внезапном коротком замыкании. Колебания и динамическая устойчивость синхронных машин.</p> <p>Несимметричные режимы синхронных машин. Несимметричные режимы работы синхронных генераторов. Действие симметричных составляющих токов в синхронной машине. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательностей. Несимметричные короткие замыкания.</p>
Р5	Машины постоянного тока	<p>Обмотки машин постоянного тока. Обмотки якоря машин постоянного тока. Схемы петлевых и волновых обмоток. Простые и сложные обмотки. Условия симметрии обмоток.</p>

		<p>Уравнительные соединения. Особенности комбинированных обмоток. Обмотки возбуждения.</p> <p>Коммутация в машинах постоянного тока. Природа щеточного контакта. Искрение на коллекторе механического, потенциального и токового характера. Электродвижущие силы в коммутируемой секции. Реактивная ЭДС. Процессы прямолинейной и криволинейной коммутации. Работа добавочных полюсов и компенсационной обмотки в процессе коммутации. Экспериментальная проверка и настройка коммутации.</p>
Р6	Коллекторные двигатели переменного тока	Конструкция, принцип действия, применение однофазного и трехфазного коллекторных двигателей переменного тока.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-29 - Способен использовать методы анализа и моделирования электромеханических и электромагнитных преобразователей	<p>З-2 - Описывать несимметричные режимы работы трансформаторов</p> <p>З-3 - Описывать несимметричные режимы электрических машин</p> <p>У-2 - Анализировать режимы работы трансформаторов и переходные процессы</p> <p>У-3 - Анализировать режимы работы и переходные процессы электрических машин</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный</p>

				<p>выбор методов моделирования трансформаторов</p> <p>П-3 -</p> <p>Осуществлять обоснованный выбор методов моделирования электрических машин</p>
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов

Электронные ресурсы (издания)

1. Костенко, М. П.; Электрические машины 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы; Энергия, Ленинград; 1972; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450047> (Электронное издание)
2. Костенко, М. П.; Электрические машины 2. Машины переменного тока; Энергия, Ленинград; 1973; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450046> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Иванов-Смоленский, А. В.; Электрические машины : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 1. ; Издательство МЭИ, Москва; 2004 (25 экз.)
2. Иванов-Смоленский, А. В.; Электрические машины : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 2. ; Высшая школа, Москва; 2004 (25 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		соответствии с количеством студентов	
--	--	--------------------------------------	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Расчет и проектирование трансформаторов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Малыгин Игорь Вячеславович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Основные положения	Преимущества и области применения трансформаторов. Трансформаторы силовые и специализированного назначения. Требования к характеристикам трансформаторов. Проводниковые, изоляционные, конструкционные материалы.
P2	Главные размеры. Обмотки трансформаторов	Основные размеры трансформатора. Типы обмоток и их свойства. Обмотки высокого напряжения – многослойные и спиральные катушечные, их конструкции и расчет. Обмотки низкого напряжения – одно- и двухслойные и винтовые, их конструкция и расчет.
P3	Магнитопроводы трансформаторов	Типы магнитопроводов трансформаторов. Пространственная и плоская магнитные системы. Способы шихтовки магнитопроводов – с прямыми, косыми стыками и комбинированные. Пакетирование магнитопроводов. Конструкции магнитопроводов.
P4	Расчеты параметров трансформаторов	Параметры обмоток трансформаторов. Активные сопротивления обмоток, их расчет с учетом вытеснения тока. Транспозиция параллельных ветвей. Расчет индуктивных сопротивлений рассеяния обмоток.

--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-18 - Способен выполнять расчеты электрических схем, конструктивных элементов, электрических и тепловых режимов работы силовых трансформаторов	З-1 - Изложить методики расчета и проектирования силовых трансформаторов У-1 - Устанавливать последовательность действий при расчете и проектировании силовых трансформаторов П-1 - Иметь практический опыт использования методик расчета и проектирования силовых трансформаторов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование трансформаторов

Электронные ресурсы (издания)

1. Костенко, М. П.; Электрические машины 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы; Энергия, Ленинград; 1972; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450047> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учеб. пособие для студентов электротехн. и электромех. специальностей вузов.; Высшая школа А, Минск; 2011 (200 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование трансформаторов

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Расчет и проектирование асинхронных
двигателей

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мойсейченков Александр Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Роль и место электрических машин в промышленности и сельском хозяйстве. Краткая история развития конструкций, технологии, методов проектирования электрических машин.
P2	Проектирование электрических машин	Определение главных размеров электрических машин. Электромагнитные нагрузки. Выбор главных размеров машин единых серий. Материалы, применяемые в электромашиностроении. Конструирование и механические расчеты основных деталей электрических машин. Формы исполнения машин по роду монтажа, степени защиты от внешних воздействий и способы охлаждения. Охлаждение электрических машин. Вентиляторы. Методы теплового расчета. Тепловые схемы замещения. Фактор нагрева. Экономически оптимальное проектирование. Виды программ. Постоянные и варьируемые величины. Лимитирующие величины.
P3	Методы выбора и оптимизации проектных решений	Задачи структурной и параметрической оптимизации электрических машин. Независимые переменные, ограничители, критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Методы поиска оптимума. Локальный и глобальный оптимум. Многокритериальная оптимизация. Оптимизационные исследования.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-19 - Способен выполнять расчеты электрических схем и конструктивных элементов составных частей электромеханического оборудования	З-1 - Изложить методики расчета и проектирования вращающихся электрических машин У-1 - Устанавливать последовательность действий при расчете и проектировании вращающихся электрических машин П-1 - Иметь практический опыт использования методик расчета и проектирования вращающихся электрических машин

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование асинхронных двигателей

Электронные ресурсы (издания)

1. Костенко, М. П.; Электрические машины 2. Машины переменного тока; Энергия, Ленинград; 1973; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450046> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Копылов, И. П., Морозкин, В. П., Токарев, Б. Ф.; Проектирование электрических машин : учебник для студентов электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2002 (282 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование асинхронных двигателей

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM