

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович  
Должность: Директор  
Дата подписания: 14.06.2024 14:52:22  
Уникальный программный ключ:  
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНит  
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Утверждено:

на заседании кафедры высшей математики и  
физики  
протокол № 3 от 10.11.2023 г.  
Зав. кафедрой подписано ЭЦП /Чудинов В.В.

Согласовано:

Председатель УМК  
факультета физики и математики  
подписано ЭЦП /Бигаева Л.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
для очной формы обучения**

Электроснабжение промышленных предприятий

Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 *ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА*

Направленность (профиль) подготовки  
Электроснабжение промышленных предприятий и жилых объектов

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) Старший преподаватель (должность, ученая степень, ученое звание)	<u>подписано ЭЦП /Красильников В.А.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
--	--

Для приема: 2024-2025 г.

Бирск 2023 г.

Составитель / составители: Красильников В.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине .....	15
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине .....	15
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине .....	17
4.3. Рейтинг-план дисциплины .....	23
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	23
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	23
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины .....	24
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	26

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	Способен проектировать системы электропитания и электрооборудования производственных и жилых объектов (ПК-4);	ПК-4.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений электропитания и электрооборудования производственных и жилых объектов	Знать основные технические средства для осуществления и корректировки технологических процессов в энергетике и электротехнике
		ПК-4.2. Обосновывает выбор целесообразного решения электропитания и электрооборудования производственных и жилых объектов	Уметь осуществлять выбор технических средств для работы на объектах электроэнергетики и электротехники
		ПК-4.3. Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений электропитания и электрооборудования производственных и жилых объектов	Владеть практически навыками работы с электрооборудованием на объектах электроэнергетики и электротехники

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Электроснабжение промышленных предприятий» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 2,3 курсе в 4,5 семестре.

Цель изучения дисциплины: является формирование знаний в области электроснабжения промышленных предприятий, правильное применение этих знаний при построении систем электроснабжения и выборе электрооборудования, а также формирование знаний по нормативным документам и требованиям к системам электроснабжения.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ  
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Электроснабжение промышленных предприятий» на 4,5 семестр

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	72.4
лекций	36
практических/ семинарских	36
лабораторных	0
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0.4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	71.6
Учебных часов на подготовку к зачету, дифзачету (Контроль)	0

Форма контроля:

Зачет 4 семестр

Дифзачет 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Лек	П	Зч	ДЗ	СР С			
2 курс / 4 семестр									
1	Введение. Особенности систем электроснабжения промышленных предприятий. Эксплуатации систем электроснабжения								
1.1	<p>Задачи, связь курса со смежными дисциплинами. История, общая характеристика систем электроснабжения.</p> <p>Содержание и задачи курса его значение и особенности. Связь курса со смежными дисциплинами. История развития электроснабжения. Достижения науки и техники в области электроснабжения, проблемы и перспективы развития. Общая характеристика систем электроснабжения. Основные понятия и определения. Структура системы электроснабжения. Типы электростанций. Основные требования, предъявляемые к системе электроснабжения. Основные параметры электрических сетей и присоединяемого к</p>	4	4			6	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Реферат	Решение задач, Тестирование

	ним электрооборудования.								
2	Приемники электроэнергии. Виды электрооборудования.								
2.1	<p>Приёмники электроэнергии. Виды, категории размещения, степень электрооборудования.</p> <p>Классификация приёмников электроэнергии по категориям надежности, по режиму работы, по техническим показателям. Виды электрооборудования. Климатическое исполнение и категории размещения электрооборудования. Степени защиты электрооборудования от попадания посторонних предметов и влаги. Характерные приемники электроэнергии основных отраслей промышленности: силовые общепромышленные установки, электрические осветительные установки, преобразовательные установки, электродвигатели производственных механизмов, сварочные аппараты и агрегаты, электротермические установки. Классификация помещений, предназначенных для установки и эксплуатации электроустановок. Взрывоопасные и пожароопасные зоны.</p>	4	4			6	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Реферат	Тестирование, Решение задач
3	Трансформаторы.								
3.1	Выбор числа и мощности трансформаторов	4	4			6	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№	Реферат	Решение задач, Тестирование

	Классификация трансформаторов, основные параметры и условные обозначения. Системы охлаждения трансформаторов. Допустимые нагрузки трансформаторов. Применение трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения. Общие требования к силовым трансформаторным подстанциям. Выбор типа трансформаторов. Обоснование и выбор числа трансформаторов. Выбор мощности силовых трансформаторов. Выбор номинальной мощности трансформатора с учетом их перегрузочной способности: аварийной и систематической					1,2,3			
4	Схемах электроснабжения. Внешнее и внутреннее электроснабжения. Принципы построения схем распределения электроэнергии.								
4.1	Схемы электроснабжения промышленных предприятий  Основные сведения о схемах электроснабжения. Схемы внешнего и внутреннего электро-снабжения. Общие принципы построения схем распределения электроэнергии. Схемы внешнего электроснабжения. Выбор схем распределительной сети предприятия. Выбор напряжения питающих и распределительных сетей. Выбор конструктивного выполнения (типа	4	4			9.8	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Реферат	Решение задач, Тестирование

	линии и способа прокладки)								
5	Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения								
5.1	Общие положения. Методика технико-экономических расчетов. Основные технико-экономические показатели. Использование математических методов в технико-экономических расчетах  Общие положения. Методика технико-экономических расчетов. Основные технико-экономические показатели. Использование математических методов в технико-экономических расчетах	2	2			8	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2	Реферат	Решение задач, Тестирование
6	Зачет			1		0.2			
Итого по 2 курсу 4 семестру		18	18	1		36			
3 курс / 5 семестр									
1	Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения								
1.1	Методика техникоэкономических расчетов. Основные техникоэкономические показатели.  Общие положения. Методика техникоэкономических расчетов. Основные техникоэкономические показатели. Использо-	2	2			7	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Реферат	Решение задач, Тестирование

	ние математических методов в технико-экономических расчетах.								
2	Подстанции систем электроснабжения и промышленных предприятий								
2.1	<p>Классификация, виды схем , назначение, структурные схемы трансформаторных подстанций. Проектирования , требования к схемам распределительных устройств подстанций.</p> <p>Классификация подстанций. Виды схем и их назначение. Структурные схемы трансформаторных подстанций. Общие вопросы проектирования подстанций. Основные требования к схемам распределительных устройств подстанций. Распределительные устройства: основные элементы, схемы, особенности, достоинства и недостатки. Цеховые трансформаторные подстанции. Комплектные трансформаторные подстанции. Конструкции распределительных устройств. Компоновка подстанций. Основные требования, определяющие компоновку подстанций.</p>	4	4			7	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Реферат	Тестирование, Решение задач
3	Выбор основного электрооборудования и токоведущих устройств в системах электроснабжения								
3.1	Электрические аппараты. Изоляции электрооборудования. Аппараты токоведущих	4	4			7	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№	Реферат	Тестирование, Решение задач

	<p>устройств.</p> <p>Общие положения по выбору электрических аппаратов. Требования к изоляции электрооборудования. Выбор аппаратов по допустимому нагреву и по режиму короткого замыкания. Выбор аппаратов и параметров токоведущих устройств по длительному режиму: номинальному напряжению и току. Проверка электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих устройств по току короткого замыкания: проверка на электродинамическую и термическую стойкость и отключающую способность, определение приведенного времени. Выбор и проверка высоковольтных выключателей. Выбор и проверка предохранителей, выключателей нагрузки, разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Выбор и проверка изоляторов и шин. Выбор и проверка реакторов, трансформаторов тока и напряжения. Общие положения по выбору рациональных сечений проводов и жил кабелей. Факторы, влияющие на выбор сечений воздушных и кабельных линий. Выбор сечений жил кабелей и проводов воздушных линий по нагреву расчетным током, по нагреву током короткого замыкания, по экономическим соображения</p>						1,2,3		
3.2	Надежность электроснабжения. Организация электропотребления.								

3.2.1	<p>Основные понятия и определения надежности. Показатели надежности электрооборудования и систем электроснабжения. Требования к системам электроснабжения. Категории электроприемников</p> <p>Основные понятия и определения надежности. Показатели надежности электрооборудования и систем электроснабжения промышленных предприятий, их краткая характеристика. Основные требования, предъявляемые к системам электроснабжения. Категории электроприемников в отношении обеспечения надежности электроснабжения. Требования к источникам питания для электроприемников каждой из категорий. Нарушения нормального режима электроснабжения. Негативные последствия, вызываемые перерывами электроснабжения. Отказы электрооборудования в системах электроснабжения. Причины повреждений основного оборудования систем электроснабжения. Влияние качества электроэнергии на надежность систем электроснабжения. Способы повышения надежности электрооборудования и систем электроснабжения</p>	4	4			7	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Реферат	Тестирование, Решение задач
3.3	Расположения подстанции.								
3.3.1	Расположения питающих подстанций. Картограмма электрических нагрузок. Центр и зона электрических нагрузок. За-	4	4			7.8	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра №№ 1,2,3	Реферат	Решение задач, Тестирование

	<p>дачи оптимизации по расположению источников питания</p> <p>Общие указания по выбору места расположения питающих подстанций. Картограмма электрических нагрузок. Центр электрических нагрузок. Разброс электрических нагрузок. Зона рассеяния центра электрических нагрузок. Задачи оптимизации по расположению источников питания</p>								
3.4	Дифференцированный зачет				1	0.2			
Итого по 3 курсу 5 семестру		18	18		1	36			
Итого по дисциплине		36	36	1	1	72			

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен проектировать системы электроснабжения и электрооборудования производственных и жилых объектов (ПК-4);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Зачет)	
		Незачтено	Зачтено
ПК-4.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений электрооборудования и электрооборудования производственных и жилых объектов	Знать основные технические средства для осуществления и корректировки технологических процессов в энергетике и электротехнике	Знания не сформированы	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности
	Уметь осуществлять выбор технических средств для работы на объектах электроэнергетики и электротехники	Умения не сформированы	Умения в основном сформированы
	Владеть практическими навыками работы с электрооборудованием на объектах электроэнергетики и электротехники	Владение навыками не сформировано	Владение навыками в основном сформировано
ПК-4.2. Обосновывает выбор целесообразного решения электрооборудования производственных и жилых объектов			
ПК-4.3. Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений			

электроснабжения и электрооборудования производственных и жилых объектов			
--	--	--	--

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Дифзачет)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ПК-4.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений электрооборудования производственных и жилых объектов  ПК-4.2. Обосновывает выбор целесообразного решения электрооборудования производственных и жилых объектов  ПК-4.3. Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений	Знать основные технические средства для осуществления и корректировки технологических процессов в энергетике и электротехнике	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
	Уметь осуществлять выбор технических средств для работы на объектах электроэнергетики и электротехники	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
	Владеть практическими навыками работы с электрооборудованием на объектах электроэнергетики и электротехники	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

электроснабжения и электрооборудования производственных и жилых объектов					
--	--	--	--	--	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-4.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений электроснабжения и электрооборудования производственных и жилых объектов	Знать основные технические средства для осуществления и корректировки технологических процессов в энергетике и электротехнике	Реферат, Тестирование, Решение задач
	Уметь осуществлять выбор технических средств для работы на объектах электроэнергетики и электротехники	Тестирование, Решение задач, Реферат
ПК-4.2. Обосновывает выбор целесообразного решения электроснабжения и электрооборудования производственных и жилых объектов	Владеть практическими навыками работы с электрооборудованием на объектах электроэнергетики и электротехники	Решение задач, Реферат, Тестирование
ПК-4.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений электроснабжения и электрооборудования производственных и жилых объектов		

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

### Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Комплект тестовых заданий для проверки остаточных знаний по дисциплине 1. Пыльные помещения это: А) помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин и аппаратов. Б) помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования. В) помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%. Г) помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически +350С. 2. Сырые помещения: А) помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин и аппаратов. Б) помещения, в которых постоянно или в течение длительного времени содержатся агрессивные пары, газы жидкости, образуются отложения или плесень, разрушающие изоляцию и токоведущие части электрооборудования. В) помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%. Г) помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура постоянно или периодически +350С. 3. Какие требования предъявляются к системам электроснабжения? А) надежность электроснабжения. Б) гибкость или маневренность системы электроснабжения В) экономичность Г) безопасность и удобство обслуживания 4. К электроприемникам I категории по надежности электроснабжения относят электроприемники, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой: А) опасность для жизни людей, массовый брак продукции, повреждение оборудования; Б) массовый недоотпуск продукции, массовый простой оборудования и рабочих, нарушение нормальной жизнедеятельности значительного числа городских и сельских жителей; В) нарушение функционирования вспомогательных цехов, цехов несерийного производства, неотвеченных складов, электрооборудования малоэтажных домов и т.п. Г) нет ответа. 5. Какой режим работы характерен для крановых установок? А) продолжительный; Б) кратковременный; В) повторно - кратковременный; Г) продолжительный с меняющейся нагрузкой. 6. В сетях 6-10 кВ для устранения перемежающихся дуг применяют: А) ёмкость Б) индуктивную катушку с регулируемым сопротивлением В) активное сопротивление Г) затрудняюсь ответить 7. Сети с глухозаземленной нейтралью это: А) сети 110 кВ и выше Б) сети до 1 кВ В) сети 6-10, 35 кВ Г) затрудняюсь ответить 8. Устройство ПБВ используют только для: А) сезонного регулирования напряжения Б) ежедневного регулирования напряжения В) не используют для регулирования напряжения Г) еженедельного регулирования напряжения 9. Выключатель высокого напряжения это: А) коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения тока. Б) коммутационный аппарат, предназначенный для создания искусственного короткого замыкания в электрической цепи В) контактный коммутационный аппарат, предназначенный для отключения и включения электрической цепи без тока или с незначительным током, который для обеспечения безопасности имеет между контактами в отключенном положении изоляционный промежуток. Г) затрудняюсь ответить 10. Опоры воздушных линий делятся на: А) анкерные, промежуточные Б) анкерные, промежуточные, отдельностоящие В) анкерные, промежуточные, отдельностоящие, пристроенные Г) анкерные, промежуточные, отдельностоящие, пристроенные, встроенные 11. Количество изоляторов в гирлянде при напряжении 110 кВ должно быть: А) 3 штуки Б) 7-8 штук В) 13-14 штук Г) более 20 12. Оболочка в кабеле предназначена для: А) защиты от токов коротких замыканий Б) для защиты от условий внешней окружающей среды В) для защиты от механических повреждений Г) оболочка в кабеле не нужна 13. Расстояние между двумя соседними опорами называют: А) габаритом Б) длиной пролета В) воздушной линией

электропередачиГ) кабелем14.Какой кабель прокладывают в траншее:А) АПВБ) АППВВ) ААБГ) ПВО15. Шинопроводы до 1 кВ могут быть:А) магистральные, радиальныеБ) магистральные, распределительные, осветительныеВ) осветительныеГ) магистральные, распределительные, осветительные, троллейные16. Силовые питающие сети 0,4 кВ это:А) сети от РУНН КПП10/0,4 до СП 0,4 кВБ) сети СП 0,4 кВ до электроприемниковВ) затрудняюсь ответитьГ) сети 110 кВ17. Графики электрической нагрузки строятся по показаниям следующих приборов:А) ваттметров;Б) амперметров;В) электромеханических счетчиков активной и реактивной нагрузки;Г) вольтметр18. Укажите формулу теплового баланса для открыто проложенного трехжильногопроводника:А)  $2 Q \square 3I Rdt$  ;Б)  $2 3I Rdt \square Cd \square \square A \square dt$  ;В)  $2 I Rdt \square Cdt \square Ad \square .$ Г) затрудняюсь ответить19. В каких случаях используется метод расчета электрических нагрузок по удельной плотности максимальной нагрузки на квадратный метр площади цеха Руд?а) при равномерно распределенной по производственной площади нагрузкой;б) при расчетах освещения;в) при однотипной продукции предприятия;г) при многопрофильном производстве.20. Какая постоянная времени нагрева  $T_0$  принята при определении расчетной мощности проводников для сетей до 1кВ?А) 10 мин.;Б) 30 мин.;В) 60 мин.;Г) 2,5 – 3 часа

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

### Решение задач

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности

Задача 1. Выбрать предохранители для защиты от коротких замыканий электродвигателей токарного станка, имеющего многодвигательный привод:  $P_{н1} = 7,5$  кВт;  $U_{н} = 380$  В;  $\cos\varphi = 0,8$ ;  $\eta = 87$  %;  $k_{пуск} = 7$ .  $P_{н2} = 4$  кВт;  $U_{н} = 380$  В;  $\cos\varphi = 0,78$ ;  $\eta = 85$  %;  $k_{пуск} = 6,5$ .  $P_{н3} = 0,75$  кВт;  $U_{н} = 380$  В;  $\cos\varphi = 0,75$ ;  $\eta = 82$  %;  $k_{пуск} = 6$ .

Задача 2. Выбрать магнитный пускатель для управления асинхронным двигателем, номинальные параметры которого следующие:  $P_{н} = 11$  кВт;  $U_{н} = 380$  В;  $\cos\varphi = 0,85$ ;  $\eta = 87$  %.

Задача 3. Выбрать автоматический выключатель для защиты асинхронного двигателя с фазным ротором, номинальные параметры которого следующие:  $P_{н} = 11$  кВт;  $U_{н} = 380$  В;  $\cos\varphi = 0,86$ ;  $\eta = 88$  %;  $k_{пуск} = 2,5$ .

Задача 4. Выбрать предохранитель, защищающий ответвление к сварочному аппарату, номинальные параметры которого следующие:  $S_{н} = 32$  кВА;  $U_{н} = 380$  В;  $P_{В} = 45$  %.

Задача 5. Выбрать предохранитель для защиты от токов короткого замыкания асинхронного электродвигателя с номинальными параметрами:  $P_{н} = 22$  кВт;  $U_{н} = 380$  В;  $\cos\varphi = 0,85$ ;  $\eta = 89$  %;  $k_{пуск} = 6,5$ . Пуск двигателя: легкий; тяжелый.

Задача 6. К распределительному щиту цеха напряжением 380 В, выполненному панелями серии П (табл. П7), подключены радиальными питающими линиями шинопровод ШРА-4 и шкаф ШР-11. Расчетные нагрузки присоединенных электродвигателей составляют: для шинопровода  $S_p = 12$  кВА;  $P_{н}$  наиб = 10 кВт;  $k_{пуск} = 6,5$ ;  $\cos\varphi = 0,76$ ;  $\eta = 85$  %; для шкафа  $S_p = 96$  кВА;  $P_{н}$  наиб = 22 кВт;  $k_{пуск} = 6$ ,  $\cos\varphi = 0,78$ ;  $\eta = 86$  %. Расставить предохранители для защиты питающих линий, определить номинальные токи их плавких вставок.

## Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

Описание методики оценивания выполнения решения задачи: уделяется внимание выбранному алгоритму, рациональному способу решения, правильному применению формул, получению верного ответа.

### Критерии оценки

5 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.

4 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.

3 баллов выставляется студенту, если: задача понята правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.

1 балл выставляется студенту, если: задача решена неправильно.

0 баллов выставляется студенту, если: задача не решена.

## Реферат

Темы рефератов 1. Основные сведения о защитных устройствах. 2. Искусственные и естественные заземлители и заземляющие проводники. 3. Основные сведения об электрификации и современных способах электроснабжения промышленных предприятий. 4. Заводские электростанции их электрические схемы соединений. Установки гарантированного питания. 5. Короткие замыкания в системах электроснабжения. Выбор аппаратов и токовых дуговых частей. 6. Открытые распределительные устройства. 7. Перенапряжения и молниезащита. 8. Структура системы электроснабжения промышленного предприятия. 9. Электробаланс промышленного предприятия. 10. Качество электроэнергии. 11. Отказы электрооборудования в системах электроснабжения. Причины повреждений основного оборудования систем электроснабжения. 12. Средства защиты, применяемые в электроустановках. 13. Действие электрического тока на организм человека.

## Методические материалы, определяющие процедуру оценивания реферативных работ

Требования к написанию реферата Реферат – продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение содержания и результатов индивидуальной учебно-исследовательской деятельности. Автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основную часть, заключение, список использованной литературы. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д. Критерии оценивания реферата: Отметка «отлично» выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. Отметка «хорошо» - основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, не выдержан объём реферата, имеются упущения в оформлении, не допускает существенных неточностей в ответе на дополнительный вопрос. Отметка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты отсутствует вывод. Отметка «неудовлетворительно» - тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

## Зачет

Зачет является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Примерные вопросы к зачету, 2 курс / 4 семестр

1. Общая характеристика систем электроснабжения.
2. Основные понятия и определения в области электроснабжения.
3. Основные требования, которым должна удовлетворять СЭС.
4. Типы электростанций.
5. Основные параметры электрических сетей и присоединяемого к ним электрооборудования.
6. Классификация приемников электроэнергии.
7. Виды электроприемников.
8. Режимы работы электроприемников.
9. Классификация приемников электроэнергии по технологическим признакам.
10. Условия эксплуатации систем электроснабжения.
11. Особенности электроснабжения промышленных предприятий.
12. Структура системы электроснабжения промышленного предприятия.
13. Уровни системы электроснабжения.
14. Материалы для проектирования системы электроснабжения промышленного предприятия.
15. Основные задачи, решаемые при проектировании и эксплуатации СЭС.
16. Электрические нагрузки. Общие положения.
17. Графики электрических нагрузок. Общие понятия.
18. Коэффициенты графиков электрических нагрузок.
19. Средние и среднеквадратические нагрузки. Максимальные и расчетные нагрузки.
20. Методы регулирования нагрузки.
21. Методы определения максимальной заявляемой мощности.
22. Методы регулирования напряжения.
23. Определение числа часов использования максимума нагрузки.
24. Определение параметров питающей линии (выбор сечения проводников).
25. Классификация методов расчета электрических нагрузок. Рекомендации по выбору метода определения расчетных нагрузок.
26. Определение расчетной нагрузки по удельным показателям производства.
27. Определение расчетной нагрузки по установленной мощности и коэффициенту спроса.
28. Определение расчетной нагрузки по средней мощности и коэффициенту формы.
29. Метод расчета электрических нагрузок по коэффициенту расчетной активной мощности.
30. Определение пиковых нагрузок.
31. Расчет однофазных нагрузок.
32. Картограмма электрических нагрузок. Определение центра электрических нагрузок.
33. Основные сведения о схемах электроснабжения. Схемы внешнего и внутреннего электроснабжения. Общие принципы построения схем распределения электроэнергии.
34. Схемы внешнего электроснабжения.
35. Выбор схемы распределительной сети предприятия.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания зачета

Зачет выставляется по рейтингу, в зависимости от эффективности работы в процессе изучения дисциплины, что определяется количеством набранных баллов за все виды заданий текущего и рубежного контроля: зачтено – от 60 до 110 баллов; не зачтено – от 0 до 59 баллов.

## Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 3 курс / 5 семестр

1. Схемы внешнего электроснабжения.
2. Выбор схемы распределительной сети предприятия.
3. Выбор уровня напряжения распределительных и питающих сетей предприятия.
4. Выбор конструктивного выполнения (типа линии и способа прокладки).
5. Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП.
6. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов.
7. Классификация подстанций. Структурные схемы трансформаторных подстанций.
8. Виды схем и их назначение.
9. Общие вопросы проектирования подстанций.
10. Основные требования к схемам распределительных устройств подстанций.
11. Распределительные устройства: основные элементы, схемы, особенности, достоинства и недостатки.
12. Цеховые трансформаторные подстанции. Комплектные трансформаторные подстанции.
13. Конструкции распределительных устройств. Компоновка подстанций. Основные требования, определяющие компоновку подстанций.
14. Принципы построения цеховой сети.
15. Схемы питания силовых потребителей.
16. Осветительные сети.
17. Выбор элементов системы электроснабжения цеха (кабелей, комплектных шинопроводов, распределенных шкафов и пунктов).
18. Выбор защитной аппаратуры для низковольтной сети.
19. Виды, причины и последствия коротких замыканий.
20. Термическое и электродинамическое действие токов короткого замыкания.
21. Допущения при расчетах токов короткого замыкания. Расчетные схемы замещения и их преобразование. Системы именованных и относительных единиц.
22. Практические методы расчета токов короткого замыкания.
23. Выбор основного оборудования в системах электроснабжения.
24. Техничко-экономические расчеты в СЭС.
25. Компенсация реактивной мощности. Общие понятия.
26. Технические средства и мероприятия компенсации реактивной мощности.
27. Организационные мероприятия по снижению потребления реактивной мощности.
28. Качество электроэнергии. Общие понятия.
29. Причины снижения качества электроэнергии.
30. Последствия снижения качества электроэнергии.
31. Несинусоидальность напряжения.
32. Отклонение напряжения.
33. Колебания напряжения.
34. Отклонение частоты.
35. Несимметрия напряжения.
36. Провал напряжения.

Методические материалы, определяющие процедуру выставления дифференцированного зачета

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на диф.зачете максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько

высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**4.3. Рейтинг-план дисциплины**

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>1</b>	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
<b>2</b>		5	4	3	2	2	2	2	2	1
<b>3</b>			5	4	3	3	3	2	2	2
<b>4</b>				5	4	4	3	3	3	2
<b>5</b>					5	5	4	4	3	3
<b>6</b>						5	5	4	4	3
<b>7</b>							5	5	4	4
<b>8</b>								5	5	4
<b>9</b>									5	5
<b>10</b>										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература**

1. Куксин, А. В. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие : [16+] / А. В. Куксин. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 156 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618499> (дата обращения: 21.12.2022). – Библиогр.: с. 149-150. – ISBN 978-5-9729-0524-9. – Текст : электронный.
2. Стрельников, Н. А. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие : [16+] / Н. А. Стрельников. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 100 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228801> (дата обращения: 21.12.2022). – ISBN 978-5-7782-2193-2. – Текст : электронный.

#### **Дополнительная литература**

1. Шлейников, В. Б. Электроснабжение промышленных предприятий: практикум : учебное пособие / В. Б. Шлейников ; Оренбургский государственный университет, Кафедра электроснабжения промышленных предприятий. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. – Часть 1. – 99 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270271> (дата обращения: 21.12.2022). – Библиогр.: с. 97. – Текст : электронный.
2. Шлейников, В. Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия : учебное пособие / В. Б. Шлейников ; Оренбургский государственный университет, Кафедра электроснабжения промышленных предприятий. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. – 115 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270270> (дата обращения: 21.12.2022). – Библиогр.: с. 111-113. – Текст : электронный.
3. Абрамова, Е. Курсовое проектирование по электроснабжению промышленных предприятий : учебное пособие / Е. Абрамова ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2012. – 106 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259181> (дата обращения: 21.12.2022). – Текст : электронный.

#### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/>.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsl.ru/>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ax2c.xn--plai/viewers/>.
7. Национальная платформа открытого образования proed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru/>.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.bashkortostan.ru/>.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

## Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. Сибикин, Ю. Д. Основы проектирования электроснабжения промышленных и гражданских зданий : учебник / Ю. Д. Сибикин. – 6-е изд., перераб. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 509 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459494> (дата обращения: 16.12.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-8608-9. – DOI 10.23681/459494. – Текст : электронный.

### Программное обеспечение

1. Project Professional 2016 - Договор №31807077072 от 09.11.2018
2. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159-ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
3. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
4. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия [https://www.google.com/intl/ru\\_ALL/chrome/privacy/eula\\_text.html](https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html)
5. 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях - Договор от 30.10.2018г. №ОнкН000219
6. Pascalabc, PascalABC.NET - Бесплатная лицензия <https://pascal-abc.ru>, <http://pascalabc.net>
7. Android studio - Бесплатная лицензия <https://developer.android.com/studio/terms>
8. Visual Prolog - Бесплатная лицензия [www.visual-prolog.com/vip/download/default.htm](http://www.visual-prolog.com/vip/download/default.htm)
9. Hugin educational - Бесплатная лицензия <https://www.hugin.com/>
10. Visio Professional 2016 - Договор №31807077072 от 09.11.2018
11. Visual Basic 6.0 Enterprise - Договор №31807077072 от 09.11.2018
12. Visual C++ 4.2 Enterprise - Договор №31807077072 от 09.11.2018
13. Visual FoxPro 9.0 Professional - Договор №31807077072 от 09.11.2018
14. Visual Studio Professional 2017 (version 15.5) - Договор №31807077072 от 09.11.2018
15. Windows 8 Enterprise - Договор №31807077072 от 09.11.2018
16. Файловый менеджер DoubleCommander - Бесплатная лицензия <https://sourceforge.net/projects/doublecmd/>
17. Среда моделирования Aris Express - Бесплатная лицензия <https://www.ariscommunity.com/aris-express/how-to-start>
18. Справочно-правовая система «Гарант» - Договор №52 от 20.03.2019, Договор №35 от 23.03.2020, Договор №69 от 15 марта 2021
19. Система компьютерного набора текстов LaTeX - Бесплатная лицензия LPPL-версия 1.3 с <https://www.latex-project.org/lppl/>
20. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>
21. Сервисы яндекса – яндекс метрика - Бесплатная лицензия [https://yandex.ru/legal/metrika\\_mobile\\_agreement/index.html](https://yandex.ru/legal/metrika_mobile_agreement/index.html)
22. Программа моделирования сетей NetEmul - Бесплатная лицензия <http://netemul.sourceforge.net/help/en/intro.html>
23. Программа моделирования данных, бизнес процессов ErwinDataModeler - Бесплатная лицензия <http://go.erwin.com/thank-you-erwin-academic-edition-free-trial>
24. Программа моделирования данных, бизнес процессов ErwinDataModeler - Бесплатная лицензия <http://go.erwin.com/thank-you-erwin-academic-edition-free-trial>
25. Программа для симулирования и планирования сети GraphicalNetworkSimulator 3 - Бесплатная лицензия [https://docs.gns3.com/1PvtRW5eAb8RJZ11maEYD9\\_aLY8kkdhgaMB0wPCz8a38/index.html](https://docs.gns3.com/1PvtRW5eAb8RJZ11maEYD9_aLY8kkdhgaMB0wPCz8a38/index.html)

26. Операционная система linux arch - Бесплатная лицензия  
[https://www.archlinux.org/packages/core/x86\\_64/links/](https://www.archlinux.org/packages/core/x86_64/links/)
27. Операционная система linuxubuntu - Бесплатная лицензия <https://www.ubuntu.com/licensing>
28. Он-лайн демо-версия 1С:Образование - Бесплатная лицензия <http://obrazovanie.1c.ru/demo/>
29. Математический пакет Scalib - Бесплатная лицензия <https://www.scilab.org/about/scilab-open-source-software>
30. Математический пакет Maxima - Бесплатная лицензия  
<http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html>
31. Демо версия программы КМ-школа - Бесплатная лицензия <http://km-school.ru/demo.asp>
32. Графический редактор gimp - Бесплатная лицензия GNU GPL v3  
<http://gimp.ru/download/gimp/>
33. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия [https://yandex.ru/legal/browser\\_agreement/index.html](https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html)
34. Браузер Яндекс, сервисы яндекс: метрика, wordstat - Бесплатная лицензия  
[https://yandex.ru/legal/browser\\_agreement/index.html](https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html) ссылка на лицензию  
[https://yandex.ru/legal/metrica\\_mobile\\_agreement/index.html](https://yandex.ru/legal/metrica_mobile_agreement/index.html)
35. Ramus-educational - Бесплатная лицензия <https://ramus-educational.software.informer.com/>
36. Software Ideas Modeler - Бесплатная лицензия  
<https://www.softwareideas.net/Download/797/Software-Ideas-Modeler-11-95--32-bit-Setup>
37. MySQL Community Edition - Бесплатная лицензия  
<https://downloads.mysql.com/docs/licenses/mysqld-8.0-gpl-en.pdf>
38. MySQL Workbench Community Edition - Бесплатная лицензия  
<https://downloads.mysql.com/docs/licenses/workbench-8.0-gpl-en.pdf>

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 109(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для хранения оборудования	конструктор ПервоРобот, матрешка X AMP, набор ресурсный, набор ресурсный для WeDo 9585, учебная мебель
Аудитория 201(ФМ)	Для хранения оборудования	блок питания, вольтметр, микровольтметр, микроскоп стереоскопический, модуль АЦП, монитор, мультиметр, осциллограф, осциллограф цифровой, предусилитель сигнала, прибор самописец, принтер, процессор, системный блок, сосуд "Дюара", стол для весов, учебная мебель
Аудитория 204(ФМ)	Для хранения оборудования	интерферометр, лазер, лазер газовый, микроскоп, нивелир, пирометр, угломер, учебно-наглядные материалы
Аудитория 220(ФМ)	Лекционная, Семинарская	блок электрический, маятник "Обербека", установка "Машина Атвуда", установка "Маят-

		<p>ник Максвелла", установка "Маятник универсальный", установка "Модуль Юнга и модуль сдвига", установка "Универсальный подвес с пушкой", установка для измерения зависимости скорости звука от температуры, установка для измерения коэффициента теплопроводности воздуха, установка для измерения теплоты парообразования с заправочным устройством, установка для исследования теплоемкости твердого тела, установка для определения изменения эктопии, установка для определения коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара, установка для определения коэффициента вязкости воздуха, установка для определения отношения удельных теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме, установка для определения универсальной газовой постоянной, учебная мебель</p>
Аудитория 221(ФМ)	Для хранения оборудования	<p>ампервольтметр, амперметр демонстрационный, амперметр учебный, вольтметр демонстрационный, генератор звуковой, магазин емкостей, микроамперметр, милливольтметр, осциллограф ОДШ, трансформатор универсальный, усилитель, штатив</p>
Аудитория 222(ФМ)	Для самостоятельной работы	<p>компьютеры в сборе, проектор, учебная мебель, экран для проекторов</p>
Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ)	Для самостоятельной работы	<p>компьютеры в сборе, учебная мебель</p>
Аудитория 302(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	<p>интерактивная доска, микшер, проектор, система акустическая, системный блок, усилитель, учебная мебель, шкаф рэковый</p>