

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Дарьенков А.Б.
подпись _____ ФИО
“24” июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.13 Воздушные и кабельные ЛЭП
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроэнергетические системы и сети

Форма обучения: очная
Год начала подготовки 2018, 2019, 2020, 2021

Выпускающая кафедра ЭССЭ

Кафедра-разработчик ЭССЭ

Объем дисциплины 216/6
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: Шалухо А.В., к.т.н.

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2021г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28 февраля 2018 г. N 144 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 10.06.2021 № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ЭССЭ протокол от 01.06.2021 № 5
Зав. кафедрой к.т.н, доцент Севостьянов А.А. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от 07.06.2021 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ № 13.03.02-с-42
Начальник МО _____

1. Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины:.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	9
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам.....	10
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	15
5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	15
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. Учебная литература.....	18
6.2. Справочно-библиографическая литература.....	18
6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	19
6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
7.1. Перечень информационных справочных систем.....	19
7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины	19
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	21
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ...	21
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	21
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа	23
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	23
10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	23
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости	24
11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ	24
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение особенностей конструктивного исполнения воздушных и кабельных ЛЭП, методов расчета параметров проводов, кабелей, опор, арматуры.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- Проектирование воздушных и кабельных линий электропередач;
- Изучение механических нагрузок, действующих на провода и опоры воздушных ЛЭП;
- Изучение конструктивного исполнения и типов изоляции кабельных ЛЭП;
- Выполнение чертежей профиля трассы воздушной ЛЭП.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Воздушные и кабельные ЛЭП» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП Б1.В.ОД.13. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах в объеме программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Воздушные и кабельные ЛЭП» являются Математика, Физика, Теоретические основы электротехники, Метрология стандартизация и сертификация.

Дисциплина «Воздушные и кабельные ЛЭП» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Электрические станции и подстанции, Электроэнергетические системы и сети, Электроснабжение, Информационно-измерительная техника и электроника, Теория автоматического управления, Автоматизация и информатизация ЭЭС, Компьютерное моделирование систем электроснабжения.

Рабочая программа дисциплины «Воздушные и кабельные ЛЭП» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1.1- Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Электрические станции и подстанции, ПКС-3, ПКС-4								
Электрические и электронные аппараты, ПКС-3, ПКС-4								
Электроэнергетические системы и сети, ПКС-3, ПКС-4								
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, ПКС-3								
Техника высоких напряжений, ПКС-3, ПКС-4								
Электроснабжение, ПКС-3								
Электромагнитная совместимость в энергетике, ПКС-4								
Энергетические ресурсы и установки, ПКС-3, ПКС-4								
Электроэнергетика, ПКС-3								
Воздушные и кабельные ЛЭП, ПКС-3, ПКС-4								
Теория автоматического управления, ПКС-3								
Электрическое освещение, ПКС-3, ПКС-4								
Электрический привод, ПКС-3								
Проектирование систем освещения промышленных предприятий, ПКС-3, ПКС-4								
Ознакомительная практика, ПКС-3								
Проектная практика, ПКС-3, ПКС-4								
Преддипломная практика, ПКС-3, ПКС-4								
Подготовка к процедуре								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>защиты и защита ВКР, ПКС-3, ПКС-4</i>								

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ
РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности	Знать: данные для проектирования воздушных и кабельных ЛЭП.	Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования воздушных и кабельных ЛЭП	Владеть: способностью выполнять сбор и анализ данных для обоснования и проектирования воздушных и кабельных ЛЭП	Тестирование в системе Е-learning.	Вопросы для устного собеседования.
	ИПКС-3.2. Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	Знать: типовую техническую документацию по проектированию воздушных кабельных ЛЭП	Уметь: составлять и оформлять основную техническую документацию в сфере проектирования воздушных кабельных ЛЭП.	Владеть: способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию в сфере проектирования воздушных и кабельных ЛЭП.	Тестирование в системе Е-learning.	Вопросы для устного собеседования.
	ИПКС-3.3. Способен осуществлять выбор оборудования	Знать: аспекты выбора оборудования при проектировании воздушных и кабельных ЛЭП	Уметь: осуществлять выбор оборудования при проектировании воздушных и кабельных ЛЭП	Владеть: способностью осуществлять выбор оборудования при проектировании воздушных и кабельных ЛЭП	Тестирование в системе Е-learning.	Вопросы для устного собеседования.
ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Способен разрабатывать варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические	Знать: варианты технических решений при проектировании воздушных кабельных ЛЭП	Уметь: разрабатывать варианты технических решений в сфере проектирования воздушных кабельных ЛЭП.	Владеть: способностью разрабатывать варианты технических решений в сфере проектирования воздушных и кабельных ЛЭП	Тестирование в системе Е-learning.	Вопросы для устного собеседования.

	требования					
	ИПКС-4.2. Способен рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Знать: режимы работы воздушных и кабельных ЛЭП	Уметь: рассчитывать режимы работы воздушных и кабельных ЛЭП	Владеть: способностью рассчитывать режимы работы воздушных и кабельных ЛЭП	Тестирование в системе E-learning.	Вопросы для устного собеседования.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. 216 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 5
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	74	74
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	34	34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	6	6
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	97	97
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	97	97
Подготовка к экзамену (контроль)	45	45

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 5 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Practической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (час)									
		Лекции	Лабораторные практиче- ские занятия										
5 семестр													
ПКС-3, ИПКС-3.1, ИПКС-3.2, ИПКС-3.3, ПКС-4, ИПКС-4.1, ИПКС-4.2	Раздел 1. Конструкция воздушных ЛЭП												
	Тема 1.1. Введение. Основные задачи изучения курса. Основные понятия и определения. Составные элементы воздушной ЛЭП. Выдержки из истории.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 1.2. Свойства материалов. Сравнение материалов проводов. Конструкции проводов в зависимости от применяемых металлов.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 1.3. Однопроволочные и многопроволочные провода. Особенности скрутки проводов. Полые многопроволочные провода. Стандарты, технические условия и маркировка проводов и тросов.	2			2	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.						
	Тема 1.4. Штыревые изоляторы. Подвесные изоляторы. Полимерные изоляторы. Основные	2			5	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Practической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (час)									
		Лекции	Лабораторные работы практические занятия										
	характеристики изоляторов.				[6.1.3.]								
	Тема 1.5. Виды арматуры. Поддерживающие и натяжные зажимы. Выбор изоляторов. Выбор арматуры.	2		5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	к	Публичная презентация проекта.						
	Тема 1.6. Классификация по назначению. Классификация по расположению. Деревянные опоры. Железобетонные опоры. Металлические опоры. Опоры из композитных материалов. Области применения опор.	2		5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	к	Публичная презентация проекта.						
ПКС-3, ИПКС-3.1, ИПКС-3.2, ИПКС-3.3, ПКС-4, ИПКС-4.1, ИПКС-4.2	Раздел 2. Атмосферные воздействия на воздушные ЛЭП												
	Тема 2.1. Температура воздуха. Гололед. Виды гололедно-изморозевых образований. Расчет гололеда. Борьба с гололедными образованиями.	2		5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	к	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 2.2. Воздушный поток. Расчет ветровой нагрузки. Вибрация и пляска проводов.	2		5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	к	Публичная презентация проекта.	1					
	Тема 2.3. Эффект коронирования. Причины возникновения короны на проводах. Методы борьбы с коронированием.	2		5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	к	Публичная презентация проекта.	1					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Practической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
ПКС-3, ИПКС-3.1, ИПКС-3.2, ИПКС-3.3, ПКС-4, ИПКС-4.1, ИПКС-4.2	Раздел 3. Механические нагрузки на провода и тросы								
	Лабораторная работа № 1. Расчет единичных и удельных механических нагрузок		5		3	Подготовка к лабораторным работам [6.4]			
	Тема 3.1. Вертикальные и горизонтальные нагрузки. Нагрузка от собственного веса провода. Нагрузка от гололеда. Нагрузка от ветра.	2			5	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 2. Определение стрел провеса провода воздушной линии при одинаковой высоте точек подвеса		5		3	Подготовка к лабораторным работам [6.4]			
	Тема 3.2. Единичная нагрузка. Расчет единичной нагрузки. Допустимые напряжения в проводе.	2			5	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 3. Определение стрел провеса провода воздушной линии при разной высоте точек подвеса		5		3	Подготовка к лабораторным работам [6.4]			
	Тема 3.3. Первое уравнение кривой провисания провода. Определение стрелы провеса. Выполнение построений.	2			5	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 4. Определение длины провода воздушной линии при одинаковой высоте точек подвеса		5		3	Подготовка к лабораторным работам [6.4]			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Practической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
	Тема 3.4. Определение тяжений в точках подвеса. Второе уравнение кривой провисания провода. Зависимость между величинами напряжений в низшей точки и точках подвеса. Определение длины провода.	2			5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 5. Определение длины провода воздушной линии при разной высоте точек подвеса		5		3	Подготовка к лабораторным работам [6.4]			
	Тема 3.5. Продольный профиль трассы. Габаритный, ветровой и весовой пролеты.	2			5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 6. Расчет критических пролетов		5		3	Подготовка к лабораторным работам [6.4]			
	Тема 3.6. Механическая Расстановка опор. Расчет переходов.	2			5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	Лабораторная работа № 7. Составление уравнения состояния провода		4		3	Подготовка к лабораторным работам [6.4]			
ПКС-3, ИПКС-3.1, ИПКС-3.2, ИПКС-3.3, ПКС-4,	Раздел 4. Конструкция кабельных ЛЭП								
	Тема 4.1. Особенности конструкции, классификация и маркировка силовых кабелей.	2			5	подготовка лекциям [6.1.1.] [6.1.2.]	Публичная презентация проекта.		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Practической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)					
ИПКС-4.1, ИПКС-4.2	Тема 4.2. Силовые кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией. Способы прокладки и защиты кабельных линий. Схемы замещения кабельных ЛЭП.	2			5	[6.1.3.]	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презентация проекта.		
	РГР									
	Контрольная									
	Курсовой проект / работа									
	ИТОГО по дисциплине	34	34	0	97					

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.

5.1.1. Тесты для текущего контроля знаний обучающихся сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:
https://edu.nntu.ru/quest/subject/test/subject_id/545

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5. При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
40<R≤50	Отлично	зачет
30<R≤40	Хорошо	
20<R≤30	Удовлетворительно	
0<R≤20	Неудовлетворительно	

5.1.2 При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе:
https://edu.nntu.ru/quest/subject/test/subject_id/545

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-3. Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПКС-3.1. Выполняет сбор и анализ данных для обоснования и проектирования объектов профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание принципов использования исходных данных для проектирования воздушных и кабельных ЛЭП	Фрагментарные, поверхностные знания по проектированию воздушных и кабельных ЛЭП. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в области сбора и анализа данных для проектирования воздушных и кабельных ЛЭП.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИПКС-3.2. Составляет и оформляет типовую техническую документацию	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Непонимание принципов составления и оформления технической документации в сфере проектирования воздушных и кабельных ЛЭП	Фрагментарные, поверхностные знания по проектированию воздушных и кабельных ЛЭП. Слабое знание принципов составления технической документации в сфере проектирования воздушных и кабельных ЛЭП.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Владеет навыками составления технической документации в сфере проектирования воздушных и кабельных ЛЭП.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины. Отличное знание вопросов составления технической документации в сфере проектирования воздушных и кабельных ЛЭП.

	ИПКС-3.3. Осуществляет выбор оборудования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний оборудования, которое используется в воздушных и кабельных ЛЭП.	Фрагментарные, поверхностные знания оборудования воздушных и кабельных ЛЭП. Ограниченност в навыках выбора проводов воздушных ЛЭП, типов опор, линейной арматуры.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Владеет навыками выбора проводов воздушных ЛЭП, типов опор, линейной арматуры.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины. Способность легко определять и выбирать оборудование воздушных и кабельных ЛЭП (проводы воздушных ЛЭП, опоры, линейная арматура)
ПКС-4. Способен проводить обоснование проектных решений	ИПКС-4.1. Разрабатывает варианты технических решений в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Отсутствие знаний технических, энергоэффективных и экологических требований при выборе проводов и опор воздушных ЛЭП, силовых кабелей. Неспособность выбирать технические решения создания воздушных и кабельных ЛЭП.	Фрагментарные, поверхностные знания режимов работы воздушных и кабельных ЛЭП. Слабое знание технических, энергоэффективных и экологических требований при выборе проводов и опор воздушных ЛЭП, силовых кабелей. Ограниченност в навыках выбора технических решений создания воздушных и кабельных ЛЭП.	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Владеет навыками разработки оптимальных вариантов технических решений при создании воздушных и кабельных ЛЭП. Способен определять оптимальные варианты технических решений создания воздушных и кабельных ЛЭП.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины. Способность легко определять оптимальные варианты технических решений создания воздушных и кабельных ЛЭП. Отличное знание технических, энергоэффективных и экологических требований при создании воздушных и кабельных ЛЭП.
	ИПКС-4.2. Рассчитывает режимы работы объектов профессиональной деятельности	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Неспособность рассчитывать механические нагрузки, действующие на провода и опоры воздушных ЛЭП.	Фрагментарные, поверхностные знания режимов работы воздушных и кабельных ЛЭП. Ограниченност в навыках расчета механических нагрузок, действующих на провода и опоры воздушных ЛЭП.	Владеет навыками расчета механических нагрузок, действующих на провода и опоры воздушных ЛЭП.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины. Способность легко выполнять расчеты механических нагрузок, действующих на провода и опоры воздушных ЛЭП.

Таблица 7. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

- 6.1.1. Шалухо А.В. Курс лекций «Воздушные и кабельные ЛЭП». Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: Воздушные и кабельные ЛЭП (https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/545)
- 6.1.2. Вихарев, А. П. Механический расчет воздушных линий электропередачи : учебное пособие / А. П. Вихарев. — Киров : ВятГУ, 2020. — 256 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174077>
- 6.1.3. Короткевич, М. А. Проектирование линий электропередачи. Механическая часть : учебное пособие / М. А. Короткевич. — Минск : Вышэйшая школа, 2010. — 574 с. — ISBN 978-985-06-1700-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65589>

6.2. Справочно-библиографическая литература.

— учебники и учебные пособия

- 6.2.1. Гологорский, Е. Г. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4–750 кВ : справочник / Е. Г. Гологорский, А. Н. Кравцов, Б. М. Узелков ; под редакцией Е. Г. Гологорского. — Москва : ЭНАС, 2016. — 560 с. — ISBN 978-5-93196-733-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104570>
- 6.2.2. Воронцова, О. А. Основы механического расчета опор воздушных линий электропередачи : учебно-методическое пособие / О. А. Воронцова, Т. В. Дружинина, А. А. Мироненко. — 2-е изд., перераб. — Екатеринбург :

УрФУ, 2015. — 60 с. — ISBN 978-5-7996-1398-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99013>

6.3. Перечень журналов по профилю дисциплины:

6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал [Электромеханика](#)

6.3.2. Научно-технический журнал [Электричество](#)

6.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Воздушные и кабельные ЛЭП» в электронном варианте находятся в системе Е-learning 4G по адресу:

https://edu.nntu.ru/resource/index/index/subject_id/545/lesson_id/21163/resource_id/12748

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
	SMath Studio
	P7-Офис

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный

доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 8207 Аудитория для лекционного цикла	<ul style="list-style-type: none">• Доска меловая;• Мультимедийный проектор;• Компьютер PC, Intel CoreI3-2770/2 Gb RAM/HDD 500, с подключением к интернету.	<ul style="list-style-type: none">• Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14);• Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655);• Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020).• Adobe Acrobat Reader DC-Russian
2	Ауд. 8110 Аудитория для лабораторных работ	<ul style="list-style-type: none">• Проектор Accer – 1шт;• ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19' – 8 шт..ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none">• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14);• Microsoft Office (лицензия № 43178972);• Adobe Acrobat Reader (FreeWare);• 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL);• Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G;

При преподавании дисциплины «Воздушные и кабельные ЛЭП», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не

соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- отчет по лабораторным работам;
- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса;
- зачет с оценкой.

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Режим доступа <https://edu.nntu.ru/> Курс: «Воздушные и кабельные ЛЭП». https://edu.nntu.ru/subject/index/card/subject_id/545

11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен)

Раздел " Конструкция воздушных и кабельных ЛЭП"

1. Типы изоляторов в зависимости изоляционных материалов
2. Типы поддерживающих зажимов в зависимости от прочности закрепления
3. Конструкции проводов в зависимости от применяемых металлов
4. Опоры ЛЭП в зависимости от применяемого материала
5. Промежуточные и анкерные опоры
6. Материалы, из которых изготавливаются провода
7. Свойства материалов проводов ЛЭП
8. Общая характеристика штыревых и подвесных изоляторов
9. Полимерные изоляторы – характеристика, достоинства и недостатки
10. Виды линейной арматуры (назначение, общая характеристика)
11. Поддерживающие и натяжные зажимы (назначение, общая характеристика)

Раздел "Атмосферные воздействия на воздушные ЛЭП"

12. Методы борьбы с гололедными образованиями
13. Явления вибрации и пляски проводов
14. Воздействие гололеда на ЛЭП и борьба с гололедом
15. Корона на проводах

Раздел "Механические нагрузки на провода и тросы"

16. Уравнение состояния провода – входящие в него величины, принцип использования
17. Изобразить способы расположения проводов на опорах ЛЭП и пояснить области их применения
18. Изобразить кривую провисания провода при одинаковой высоте точек подвеса и указать стрелу провеса, тяжения провода в точках подвеса и низшей точке
19. Изобразить кривую провисания провода при разной высоте точек подвеса и указать стрелу провеса в середине пролета, тяжения провода в точках подвеса и низшей точке
20. Изобразить П-образную схему замещения воздушной ЛЭП и пояснить составляющие схемы

Раздел "Конструкция кабельных ЛЭП"

- 21. Способы прокладки кабельных линий
- 22. Типы изоляции силовых кабелей
- 23. Кабельные линии низкого и среднего напряжений
- 24. Кабельные линии – общая характеристика и классификация

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 90 или указывают конкретное количество тестовых заданий	15	20

Полный фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО E-Learning 4G