МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«26» июня 2019 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2019

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Пересмотренная рабочая программа утверждена на заседании учёного совета Балахнинского филиала ННГУ
10 июня 2020 г. Протокол № 6. Председатель учёного совета БФ ННГУ _____А.К. Балдин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
Прикладной информатики, информационных технологий, радио- и электротехники БФ ННГУ

Протокол от 6 июня 2020 г. № 10
И.о. Зав. кафедрой _____Д.Н. Шуваев

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 2020 г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель ОМК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.11), ориентирована на подготовку выпускников к решению проектного типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПК-1, определяемое индикатором ПК-1.5, и эксплуатационного типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПК-6, определяемое индикатором ПК-6.2.

Формирование компетенции ПК-1 начато в ходе освоения дисциплины Общая энергетика (ПК-1.3), Теория колебаний (ПК-1.1,1.2), Электродинамика и распространение радиоволн (ПК-1.1, 1.2, 1.3), Переходные процессы в электроэнергетических системах (ПК-1.5), будет продолжено при изучении дисциплин Методы анализа, проектирования и моделирования электрорадиотехнических систем (ПК-1.1, 1.2, 1.4), Устройства сверхвысоких частот и антенны (ПК-1.4), Теория автоматического управления (ПК-1.2, 1.3), Математическое моделирование и численные методы расчёта электрических сетей (ПК-1.1,1.2,1.3) и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

Формирование компетенции ПК-6 начато в ходе освоения дисциплины Техника высоких напряжений (ПК-6.2), Переходные процессы в электроэнергетических системах (ПК-6.2), будет продолжено при изучении дисциплины Основы релейной защиты и автоматика (ПК-6.1) и завершено в ходе выполнения Технологической и Преддипломной практик и подготовки Выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции**		**Наименование оценочного средства**
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	**Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-1. Способен участвовать в проектировании объектов электротехники и электрорадиотехнических систем	ПК-1.5. Демонстрирует возможности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом эффектов переходных процессов и условий электромагнитной совместимости.	Знает источники помех и их воздействие на электроприёмники. Умеет решать вопросы снижения уровней эмиссии помех и повышения помехоустойчивости электроприёмников. Владеет методами анализа электромагнитных помех.	Вопросы к зачёту, Вопросы текущего контроля, Задачи (практические задания), задания расчётно-графической работы
ПК-6. Способен использовать требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники и электрорадиотехническими системами	ПК-6.2. Демонстрирует знание и способности практического применения требований техники безопасности.	Знает требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники. Умеет применять методы техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики и электротехники. Владеет методами и средствами практического применения требова-	Вопросы к зачёту, Вопросы текущего контроля, Задачи (практические задания), Теоретические задания к расчётно-графической

		ний техники безопасности.	работе

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоёмкость дисциплины

	очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - КСР	31 16 14 1
самостоятельная работа	77
Промежуточная аттестация – зачёт с оценкой	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	**Всего (часы)**	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная	Очно-заочная
1. Основные понятия и определения	6	1			1	5
2. Источники электромагнитных помех	7	1	1		2	5
3. Влияние ЭМП на электроприёмники, системы управления, защиты и ЭВМ	10	2	1		3	7
4. Методы нормирования ЭМП и ЭМС.	20	2	3		5	15
5. Методы расчёта электромагнитных помех	20	2	3		5	15
6. Помехозащитные устройства	7	2			2	5
7. Электромагнитная совместимость электроприёмников и питающих сетей.	20	2	4		6	14
8. Влияние полей, создаваемых ЭМП на биологические объекты.	10	2	2		4	6
9. Контроль и измерение ЭМП и ЭМС.	7	2			2	5
КСР	1				1	
Промежуточная аттестация – зачёт						

Итого	108	16	14		31	77

1. Основные понятия и определения. Основные определения электромагнитных помех. Основные понятия электромагнитной совместимости. Необходимость проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом условий электромагнитной совместимости.

2. Источники электромагнитных помех. Классификация источников помех. Электромагнитные помехи, генерируемые различным оборудованием. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники в условиях электромагнитной совместимости.

3. Влияние ЭМП на электроприёмники, системы управления, защиты и ЭВМ. Влияние электромагнитных полей на технологической оборудование.

4. Методы нормирования ЭМП и ЭМС. Нормирование ЭМП и ЭМС в РФ. Нормирование ЭМП и ЭМС в странах Евросоюза. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники в условиях электромагнитной совместимости.

5. Методы расчёта электромагнитных помех. Исходные положения. Расчёт отклонений напряжения. Расчёт колебаний и провалов напряжения. Расчёт несинусоидальности напряжения. Расчёт несимметрии напряжения.

6. Помехозащитные устройства. Вводные замечания. Устройство и принцип работы помехозащитных устройств. ШИМ-контроллеры. Дроссели. Характеристики дросселей. Характеристики сердечника. Трансформаторы. Характеристики трансформатора. Сердечник трансформатора прямоходового преобразователя. Сердечник трансформатора обратноходового преобразователя. Конденсаторы. Резисторы. Диоды. Биполярные транзисторы. Биполярные транзисторы с изолированным затвором.

7. Электромагнитная совместимость электроприёмников и питающих сетей. Классы электромагнитной среды. Рекомендации по снижению ЭМП, генерируемых электроприёмниками. Рекомендации по повышению помехоустойчивости электроприёмников. Схемные пути обеспечения ЭМС. Применение специальных устройств для обеспечения ЭМС. Методика расчёта сетевых фильтров радиопомех, реализованных в виде Г-, П-, Т- образных звеньев. Однозвенный фильтр. Двухзвенный фильтр. Особенности проектирования электрорадиотехники с учётом электромагнитной совместимости.

8. Влияние полей, создаваемых ЭМП на биологические объекты. Воздействие электромагнитных полей на живые организмы. Защита персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей. Нормы по допустимым напряжённостям электрических и магнитных полей для персонала и населения. Защита персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей.

9. Контроль и измерение ЭМП и ЭМС. Основные определения и задачи контроля. Средства измерения ЭМП и ЭМС. Выбор интервала измерения. Микропроцессорные средства измерения ЭМП. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники в условиях электромагнитной совместимости.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачёт).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к практическим и лекционным занятиям. Подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации (зачёт).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		**Зачтено**				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочётами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		**Уровень подготовки**
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»

	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
Не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Вопросы к зачёту (ПК-1)

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Основные определения электромагнитных помех.	ПК-1
2. Основные понятия электромагнитной совместимости.	ПК-1
3. Классификация источников помех.	ПК-1
4. Необходимость проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом условий электромагнитной совместимости.	ПК-1
5. Электромагнитные помехи, генерируемые различным оборудованием.	ПК-1
6. Влияние электромагнитных полей на технологической оборудование.	ПК-1
7. Нормирование ЭМП и ЭМС в РФ.	ПК-1
8. Нормирование ЭМП и ЭМС в странах Евросоюза.	ПК-1
9. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники в условиях электромагнитной совместимости.	ПК-1
10. Расчёт отклонений напряжения.	ПК-1
11. Расчёт колебаний и провалов напряжения.	ПК-1
12. Расчёт несинусоидальности напряжения.	ПК-1
13. Расчёт несимметрии напряжения.	ПК-1
14. Устройство и принцип работы помехозащитных устройств.	ПК-1
15. Классы электромагнитной среды.	ПК-1
16. Рекомендации по снижению ЭМП, генерируемых электроприёмниками. Требования техники безопасности.	ПК-1
17. Рекомендации по повышению помехоустойчивости электроприёмников.	ПК-1
18. Схемные пути обеспечения ЭМС.	ПК-1
19. Применение специальных устройств для обеспечения ЭМС.	ПК-1
20. Нормы по допустимым напряжённостям электрических и магнитных полей для персонала и населения. Требования техники безопасности.	ПК-1
21. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом требований помехоустойчивости.	ПК-1

22. Защита персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей. Требования техники безопасности.	ПК-1
23. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом требований защиты персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей.	ПК-1
24. Основные определения и задачи контроля. Требования техники безопасности.	ПК-1
25. Средства измерения ЭМП и ЭМС. Требования техники безопасности.	ПК-1
26. Выбор интервала измерения.	ПК-1
27. Микропроцессорные средства измерения ЭМП.	ПК-1

5.2.2 Вопросы к зачёту (ПК-6).

Вопрос	Код формируемой компетенции
1) Основные определения электромагнитных помех. Воздействие помех на персонал и технику.	ПК-6
2) Электромагнитные помехи, генерируемые различным оборудованием. Воздействие помех на персонал и технику.	ПК-6
3) Влияние электромагнитных полей на технологической оборудование.	ПК-6
4) Нормирование ЭМП и ЭМС в РФ.	ПК-6
5) Нормирование ЭМП и ЭМС в странах Евросоюза.	ПК-6
6) Устройство и принцип работы помехозащитных устройств. Требования техники безопасности.	ПК-6
7) Рекомендации по снижению ЭМП, генерируемых электроприёмниками. Требования техники безопасности.	ПК-6
8) Воздействие электромагнитных полей на биоорганизмы. Требования техники безопасности. Предельно допустимые значения (ПДЗ).	ПК-6
9) Нормы по допустимым напряжённостям электрических и магнитных полей для персонала и населения. Требования техники безопасности.	ПК-6
10) Защита персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей. Требования техники безопасности. ПДЗ.	ПК-6
11) Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом требований защиты персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей.	ПК-6
12) Основные определения и задачи контроля. Требования техники безопасности.	ПК-6
13) Средства измерения ЭМП и ЭМС. Требования техники безопасности.	ПК-6

5.2.3. Типовые вопросы текущего контроля сформированности ПК-1

Вопросы	Код формируемой компетенции
28. Основные определения электромагнитных помех.	ПК-1
29. Основные понятия электромагнитной совместимости.	ПК-1
30. Классификация источников помех.	ПК-1
31. Необходимость проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом условий электромагнитной совместимости.	ПК-1
32. Электромагнитные помехи, генерируемые различным оборудованием.	ПК-1
33. Влияние электромагнитных полей на технологической оборудование.	ПК-1

34. Нормирование ЭМП и ЭМС в РФ.	ПК-1
35. Нормирование ЭМП и ЭМС в странах Евросоюза.	ПК-1
36. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники в условиях электромагнитной совместимости.	ПК-1
37. Расчёт отклонений напряжения.	ПК-1
38. Расчёт колебаний и провалов напряжения.	ПК-1
39. Расчёт несинусоидальности напряжения.	ПК-1
40. Расчёт несимметрии напряжения.	ПК-1
41. Устройство и принцип работы помехозащитных устройств.	ПК-1
42. Классы электромагнитной среды.	ПК-1
43. Рекомендации по снижению ЭМП, генерируемых электроприёмниками. Требования техники безопасности.	ПК-1
44. Рекомендации по повышению помехоустойчивости электроприёмников.	ПК-1
45. Схемные пути обеспечения ЭМС.	ПК-1
46. Применение специальных устройств для обеспечения ЭМС.	ПК-1
47. Нормы по допустимым напряжённостям электрических и магнитных полей для персонала и населения. Требования техники безопасности. ПДЗ.	ПК-1
48. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом требований помехоустойчивости.	ПК-1
49. Защита персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей. Требования техники безопасности. ПДЗ.	ПК-1
50. Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом требований защиты персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей.	ПК-1
51. Основные определения и задачи контроля. Требования техники безопасности.	ПК-1
52. Средства измерения ЭМП и ЭМС. Требования техники безопасности.	ПК-1
53. Выбор интервала измерения.	ПК-1
54. Микропроцессорные средства измерения ЭМП.	ПК-1

5.2.4. Типовые вопросы текущего контроля сформированности ПК-6

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Основные определения электромагнитных помех. Опасности.	ПК-6
2) Электромагнитные помехи, генерируемые различным оборудованием. Опасности и требования безопасности.	ПК-6
3) Нормирование ЭМП и ЭМС в РФ с учётом требований безопасности	ПК-6
4) Нормирование ЭМП и ЭМС в странах Евросоюза с учётом требований безопасности.	ПК-6
5) Устройство и принцип работы помехозащитных устройств. Требования техники безопасности.	ПК-6
6) Рекомендации по снижению ЭМП, генерируемых электроприёмниками. Требования техники безопасности.	ПК-6
7) Воздействие электромагнитных полей на биоорганизмы. Требования техники безопасности.	ПК-6
8) Нормы по допустимым напряжённостям электрических и магнитных полей для персонала и населения. Требования техники безопасности.	ПК-6
9) Защита персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей. Требования техники безопасности.	ПК-6

10) Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом требований защиты персонала от воздействия электрических и электромагнитных полей.	ПК-6
11) Основные определения и задачи контроля. Требования техники безопасности.	ПК-6
12) Средства измерения ЭМП и ЭМС. Требования техники безопасности.	ПК-6

5.2.2. Типовые задания расчётно-графической работы для оценки сформированности компетенции ПК-1

- Расчёт колебаний напряжения в электрических сетях.

Целью практической работы является определения допустимости питания систем освещения от шин 10 кВ. Освещение выполнено люминесцентными лампами. Величина размахов реактивной мощности, издаваемых прокатным станом за цикл прокатки, приведена ниже.

№ размаха	Уровень размаха Q, Мвар варианта													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	9,0	4,5	5,0	5,5	10,0	10,0	13,0	7,0	3,5	11,0	13,0	3,5	11,0	2,5
2	7,5	8,5	6,0	7,5	6,5	13,0	13,5	7,0	8,0	5,0	5,0	5,0	3,0	9,5
3	3,5	13,0	7,5	4,5	4,0	8,5	2,0	13,5	8,5	13,0	4,0	2,5	11,0	7,0
4	5,0	11,5	9,0	2,5	2,0	9,5	3,5	2,5	5,0	10,0	7,5	13,0	4,0	11,0
5	14,0	8,5	5,5	11,0	9,5	10,0	5,5	4,0	6,0	12,0	5,0	10,5	9,5	9,0
6	10,5	7,5	12,0	12,5	4,5	4,0	13,0	10,0	2,0	11,0	8,0	6,0	7,0	7,5
7	4,5	7,5	9,5	10,5	9,5	2,5	8,5	3,0	6,0	11,0	10,0	12,0	8,5	12,0
8	9,5	5,0	9,0	6,0	6,5	12,0	7,5	8,5	6,0	6,0	13,5	7,5	3,5	4,5
9	8,5	7,0	10,0	3,5	6,0	4,0	4,0	3,5	12,0	14,0	12,5	9,5	10,5	10,5
10	4,5	12,0	9,0	11,0	14,0	13,5	2,0	8,5	2,5	2,0	11,0	4,5	12,5	3,5
11	11,0	4,0	2,0	14,0	8,0	8,0	9,0	11,5	8,0	2,5	13,0	5,5	7,5	12,0
12	9,5	9,5	11,5	11,0	11,5	4,0	9,5	13,0	5,5	8,5	13,5	4,0	7,5	6,5
13	11,0	7,5	6,5	12,0	3,5	12,0	3,0	5,5	8,0	5,0	8,5	14,0	5,0	11,0
14	10,0	5,5	11,0	13,0	4,5	7,5	4,5	5,5	9,5	13,5	8,0	11,0	10,0	3,0
15	5,0	2,5	10,0	13,0	13,0	13,0	3,0	4,5	5,0	4,5	11,5	11,5	8,5	5,5
16	6,0	10,5	4,5	13,5	2,5	8,0	13,0	12,5	11,0	11,0	9,5	4,0	2,5	11,5
17	11,5	7,0	7,5	10,0	10,5	11,5	14,0	6,0	5,0	6,0	12,0	12,0	4,0	10,0
18	6,5	6,0	2,0	3,0	6,5	9,5	5,5	8,0	10,0	6,0	10,0	6,5	6,0	10,5
19	4,0	12,0	8,0	7,0	10,5	10,0	7,0	8,0	3,5	9,0	4,5	10,0	10,5	11,5
20	2,0	8,5	10,0	5,5	11,0	3,5	11,5	9,0	13,5	13,5	13,0	5,5	4,0	12,5
21	4,0	13,0	13,0	2,5	11,0	13,0	9,0	10,5	10,0	6,0	11,5	2,5	6,0	6,0

Длительность цикла прокатки ($t_ц$) и величина мощности короткого замыкания на шинах 10 кВ (S_{k1}) приведены ниже.

Параметр	Уровень размаха *Q*, Мвар варианта													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	50	55	60	65	70	65	60	55	50	55	60	65	70	65
S_{k1}	405	410	415	420	415	410	405	400	395	390	395	400	405	410

Вопрос к каждому варианту работы: сопоставить уровень излучаемых электромагнитных колебаний с ПДК и сделать соответствующие выводы.

- Расчёт высших гармоник в сетях промышленных предприятий.

Целью практической работы является определение коэффициента несинусоидальности на секциях шин 10 и 110 кВ при питании узла нагрузки с мощным преобразовательным устройством. Расчётная схема представлена выше. Исходные данные приведены ниже

№ варианта	Мощность короткого замыкания в точке		Мощность трансформатора *T1*, МВ А	Мощность СД, МВА	Параметры преобразователя	
	К1 S_{k1}, МВА	К2 S_{k2}, МВА			мощность $S_{пр}$, МВА	cos φ
1	405	2000	40	11400	25	0,7
2	410	2200	63	14200	30	0,75
3	415	2100	40	9130	22	0,8
4	420	1800	63	11400	28	0,85
5	415	1900	63	14200	35	0,8
6	410	2000	40	9130	25	0,75
7	405	2200	63	11400	30	0,7
8	400	2100	40	14200	22	0,75
9	395	1800	63	9130	28	0,8
10	390	1900	40	11400	35	0,85
11	395	2000	63	14200	25	0,8
12	400	2200	63	9130	30	0,75
13	405	2100	40	11400	22	0,7
14	410	1800	63	14200	28	0,75

Вопрос к каждому варианту работы: сопоставить уровень излучаемых электромагнитных колебаний с ПДК и сделать соответствующие выводы.

Защита результатов выполненной работы представляет собой разъяснение хода решения задачи, принятых решений и исправление допущенных ошибок.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачёта с оценкой.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Шаталов А.Ф., Воротников И.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие. – Ставрополь: АГРУС СГАУ, 2014. – 64 с. (Доступно в ЭбС «Знаниум»)

Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/515122 [25.09.2019]

2. Дьяков А.Ф., Максимов Б.К. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01114-0 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011140.html [25.09.2019]

б) Дополнительная литература

1. Овсянников А.Г. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник. – Новосибирск: НГТУ, 2013. – 196 с. (Доступно в ЭБС «Консультант-студент»)

Режим доступа:
http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778221994.html?SSr=150133efb80913d9c77e534
[25.09.2019]

2. Зиновьев Г.С., Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники. Силовые электронные трансформаторы-2 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Зиновьев Г.С., Баранов Е.Д. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 115 с. - ISBN 978-5-7782-3134-4 –

Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778231344.html [25.09.2019]

в) Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

– Операционная система Microsoft Windows
– Пакет прикладных программ Microsoft Office
– Правовая система «Консультант плюс»
– Браузер Google Chrome

г) Интернет-ресурсы

– Федеральный портал. Российское образование. http://www.edu.ru/
– http://elektromehanika.org/
– Известия вузов «Электромеханика», http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/
– Известия вузов «Радиоэлектроника», https://re.eltech.ru/jour#
– ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://biblio-online.ru
– ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru
– ЭБС «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com/
– ЭБС «Znanium.com». Режим доступа: www.znanium.com

д) Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

– Информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов http://electrichelp.ru
– http://электротехнический-портал.рф/kniga.html
– Силовая электроника, http://www.multikonelectronics.com
– «Техэксперт» – профессиональные справочные системы http://техэксперт.рус/ [26.10.19]
– База данных «Электрик» http://www.electrik.org/ [26.10.19]
– ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Разделы:
– Энергетика http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.27 [26.10.19]
– Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]
– Онлайн электрик: база данных https://online-electric.ru/dbase.php [26.10.19]
– База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и исследователей - http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple [26.10.19]
– Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности https://gisee.ru/ [26.10.19]
– Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]
– База данных рецензируемой литературы Scopus https://www.scopus.com [26.10.19]
– База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com [26.10.19]
– ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал http://www.garant.ru/
– Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной лаборатории электротехники и электроники, оснащённой комплектами лабораторного оборудования, лабораторными стендами, измерительным оборудованием, техническим оборудованием, обеспечивающим проведение занятий.

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор: ведущий инженер ООО «СТАНДАРТ», к.т.н. В.В. Лебедев

Рецензент:
д.т.н., начальник отдела АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И. И. Африкантова" В.А. Панов

Программа утверждена на заседании объединённой методической комиссии Института открытого образования и филиалов университета, протокол № 13 от 29.04.2019 г.