

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.В.ДВ.1 «Обеспечение электромагнитной совместимости
в электротехнических комплексах и системах»

направления подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

13.06.01 «Электро- и теплотехника»

(Силовая электроника)

форма обучения – очная

курс – 3

семестр – 5

зачетных единиц – 2

часов в неделю – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 18

семинары – нет

практические занятия – 18

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 36

экзамен – нет контроля

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Саратов, 2015

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является получение базовых знаний в области электромагнитной совместимости электротехнических комплексов и систем. Полученный объем знаний обеспечит возможность осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области:

- разработки программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовки заданий для проведения исследовательских и научных работ;
- сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбор и обоснование методик и средств решения поставленных задач;
- разработки методик и организации проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов;
- подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;
- разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере.

Задачами дисциплины являются:

- выработка у аспирантов понимания физической природы электромагнитных помех в электротехнических комплексах и системах, причин их возникновения и механизма влияния на технические средства;
- освоение математического аппарата, описывающего электромагнитные помехи, и методов расчёта их влияния на показатели качества электрической энергии;
- изучение особенностей функционирования электроприемников, являющихся источниками электромагнитных помех, способов их рациональной эксплуатации;
- освоение методов построения и расчета устройств для обеспечения электромагнитной совместимости в электротехнических комплексах и системах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.ФВ.1 относится к вариативной части обязательного цикла основной образовательной программы подготовки аспирантов по направленности «Электротехнические комплексы и системы» направления 13.06.01 «Электро - и теплотехника».

Дисциплина базируется на дисциплинах «Высшая математика» (разделы «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Ряды и преобразование Фурье»), «Теоретические основы электротехники» (разделы «Электрические цепи переменного тока», «Теория электромагнитного поля»), а также «Электрические машины» и «Электроника».

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении научной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-5: способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий.

ПК-6: способность использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.

ПК-7: способность анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

Аспирант должен знать: основные понятия, определения и директивные документы в области электромагнитной совместимости, физико-технические основы взаимодействия электрооборудования в электротехнических комплексах и системах, методы расчёта показателей качества электрической энергии.

Аспирант должен уметь: экспериментальным путем определять показатели качества электрической энергии, производить расчет влияния электроприемников на показатели качества электрической энергии, формулировать организационно-технические мероприятия, направленные на обеспечение электромагнитной совместимости отдельных электроприемников в системах электроснабжения.

Аспирант должен владеть: соответствующим физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования систем электроснабжения.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Семинары	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 семестр									
1	1, 2	1	Основные понятия и нормативные документы в области электромагнитной совместимости.	12	2	-	-	2	8
1	3, 4	1	Показатели качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электротехнических комплексов и систем.	12	2	-	-	2	8
1	5, 6	1	Причины отклонения качества электроэнергии от нормативных значений. Влияние электроприемников различного типа на показатели качества электроэнергии.	12	2	-	-	2	8
2	7, 8	2	Влияние однофазных диодных выпрямителей с различными типами фильтров на питающую сеть	12	2	-	-	2	8
2	9, 10	2	Влияние однофазных управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов напряжения на питающую сеть	12	2	-	-	2	8
2	11, 12	2	Влияние трехфазных диодных выпрямителей на питающую сеть	12	2	-	-	2	8
2	13, 14	2	Влияние трехфазных управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов на питающую сеть	12	2	-	-	2	8
3	15, 16	3	Способы и технические средства обеспечения требуемой величины напряжения	12	2	-	-	2	8
3	17, 18	3	Способы и технические средства обеспечения формы и симметрии напряжения	12	2	-	-	2	8
Всего				72	18	-	-	18	36

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	2	1	Основные понятия и нормативные документы в области электромагнитной совместимости.	1-9
1	2	2	Показатели качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электротехнических комплексов и систем.	1,2,9
1	2	3	Причины отклонения качества электроэнергии от нормативных значений. Влияние электроприемников различного типа на показатели качества электроэнергии.	1,2,9

2	2	4	Влияние однофазных диодных выпрямителей с различными типами фильтров на питающую сеть.	1,2
2	2	5	Влияние однофазных управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов напряжения на питающую сеть.	1,2
2	2	6	Влияние трехфазных диодных выпрямителей на питающую сеть.	1,2
2	2	7	Влияние трехфазных управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов на питающую сеть.	1,2
3	2	8	Способы и технические средства обеспечения требуемой величины напряжения.	1,2
3	2	9	Способы и технические средства обеспечения формы и симметрии напряжения.	1,2

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы учебным планом не предусмотрены

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Основные понятия и нормативные документы в области электромагнитной совместимости.	1-9
1	2	2	Показатели качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электротехнических комплексов и систем.	1,2,9
1	2	3	Причины отклонения качества электроэнергии от нормативных значений. Влияние электроприемников различного типа на показатели качества электроэнергии.	1,2,9
2	2	4	Влияние однофазных диодных выпрямителей с различными типами фильтров на питающую сеть.	1,2
2	2	5	Влияние однофазных управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов напряжения на питающую сеть.	1,2
2	2	6	Влияние трехфазных диодных выпрямителей на питающую сеть.	1,2
2	2	7	Влияние трехфазных управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов на питающую сеть.	1,2
3	2	8	Способы и технические средства обеспечения требуемой величины напряжения.	1,2
3	2	9	Способы и технические средства обеспечения формы и симметрии напряжения.	1,2

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	24	Основные понятия и нормативные документы в области электромагнитной совместимости. Показатели качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на работу электротехнических комплексов и систем. Причины отклонения качества электроэнергии от нормативных значений. Влияние электроприемников различного типа на показатели качества электроэнергии.	1-9
2	32	Влияние однофазных диодных выпрямителей с различными	1,2

		типами фильтров на питающую сеть. Влияние однофазных управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов напряжения на питающую сеть. Влияние трехфазных диодных выпрямителей на питающую сеть. Влияние трехфазных управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов на питающую сеть.	
3	16	Способы и технические средства обеспечения требуемой величины напряжения. Способы и технические средства обеспечения формы и симметрии напряжения.	1,2

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрен

12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Для текущего контроля успеваемости используются расчетные задания, защиты лабораторных работ, устные опросы.

В процессе обучения на различных этапах освоения разделов дисциплины аспиранты закрепляют общепрофессиональные компетенции ОПК-1,2,3,5; приобретают и совершенствуют профессиональные компетенции ПК-1,2,3, 5.

Оценка успеваемости аспирантов осуществляется по результатам:

- отчета по практическим занятиям в соответствии с графиком выполнения;
- контроль усвоения отдельных разделов дисциплины, устный опрос.

Для текущей оценки качества освоения дисциплины и её отдельных разделов разработаны и используются следующие средства:

- контрольные вопросы по отдельным темам и разделам;
- перечень тем научно-исследовательских рефератов;
- комплект задач для закрепления теоретического материала.

Для промежуточной аттестации служит комплект вопросов.

Для экзамена имеется комплект вопросов.

Аттестация по дисциплине – экзамен.

Оценка за освоение дисциплины, определяется как оценка на экзамене.

Вопросы для зачета

Зачет не предусмотрен

Вопросы для экзамена

1. Определение ЭМС. Электромагнитная обстановка.
2. Электромагнитная помеха. Виды помех.
3. Источники электромагнитных помех на электрических станциях и подстанциях.
4. Классы электромагнитной обстановки на электрических станциях и подстанциях.
5. Электромагнитная обстановка на промышленных объектах.
6. Качество электроэнергии как составная часть проблемы ЭМС.
7. Нормативные документы, регламентирующие показатели качества электроэнергии.
8. Причины отклонения частоты и нормы в соответствии с действующим стандартом
9. Причины отклонения напряжения и нормы в соответствии с действующим стандартом
10. Причины возникновения колебаний напряжения и нормы в соответствии с действующим стандартом
11. Фликер: причины возникновения и нормы в соответствии с действующим стандартом
12. Причины возникновения несинусоидальности напряжения и показатели, ее характеризующие

13. Нормы ПКЭ, характеризующие несинусоидальность напряжения в соответствии с действующим стандартом
14. Причины возникновения несимметрии напряжений, показатели ее характеризующие, и нормы в соответствии с действующим стандартом
15. Прерывания и провалы напряжения.
16. Перенапряжения.
17. Импульсные перенапряжения.
18. Влияние отклонения частоты на работу электроприемников
19. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников
20. Влияние колебаний напряжения на работу электрооборудования
21. Влияние несинусоидальности напряжения на работу электроприемников
22. Соотношения между показателями, характеризующими несинусоидальность токов и напряжений для идеального резистора
23. Соотношения между показателями, характеризующими несинусоидальность токов и напряжений для идеальной катушки индуктивности
24. Соотношения между показателями, характеризующими несинусоидальность токов и напряжений для конденсатора
25. Энергетические соотношения в цепях несинусоидального тока
26. Резонанс токов и напряжений в цепях несинусоидального тока
27. Влияние несимметрии напряжений на работу электрооборудования
28. Влияние провалов напряжения на работу электрооборудования
29. Влияние перенапряжений на работу электрооборудования
30. Влияние импульсов напряжения на работу электрооборудования
31. Влияние однофазных выпрямителей с индуктивным фильтром на питающую сеть
32. Влияние однофазных выпрямителей с емкостным фильтром на питающую сеть
33. Влияние однофазных выпрямителей на формирование тока нулевого провода
34. Влияние трехфазного мостового выпрямителя на питающую сеть
35. Влияние на питающую сеть преобразователей частоты для частотно-регулируемого электропривода
36. Способы и технические средства поддержания частоты в энергосистеме
37. Способы и технические средства обеспечения требуемой величины напряжения
38. Способы и технические средства устранения колебаний и провалов напряжения
39. Основные направления снижения несинусоидальности напряжения
40. Нормативные документы, регламентирующие эмиссию высших гармоник в питающую сеть
41. Уменьшение искажающего влияния источников питания на сеть за счет устройств активной коррекции коэффициента мощности
42. Уменьшение искажающего влияния преобразовательных устройств на сеть за счет фильтров высших гармоник
43. Уменьшение искажающего влияния выпрямителей на сеть за счет увеличения их фазности
44. Снижение несинусоидальности напряжения за счет применения фильтрокомпенсирующих устройств
45. Уменьшение искажающего влияния преобразователей на сеть за счет применения активных и гибридных фильтров

Тестовые задания по дисциплине
Находятся на стадии разработки

14. Образовательные технологии

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием презентаций и видео роликов. Презентации лекций содержат большое количество фотоматериалов.

Практические занятия проходят по традиционной академической форме, связанной с углублением и расширением знаний и навыков на основе содержания лекций. Проведение занятий предусматривает выполнение расчетных занятий в специализированной аудитории, оснащенной компьютерами с

использованием лицензионного программного обеспечения MATLAB с пакетом расширения Simulink (версия R2012a)

Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, тестам и подготовку к экзамену.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

а) основная литература

1. Вагин Г.Я. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебник / Г.Я. Вагин, А.Б. Лоскутов, А.А. Севостьянов. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 224 с.

2. Артюхов И.И. Электромагнитная совместимость и качество электроэнергии в системах электроснабжения / И.И. Артюхов, А.Г. Сошинов, И.И. Бочкарева: учеб. пособие. Волгоград: ВолгГТУ, 2015. – 112 с.

б) дополнительная литература

3. ГОСТ 30804.3.2-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2014. – 32 с.

4. ГОСТ 30804.3.3-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Ограничение изменений напряжений, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения. Технические средства с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе), подключаемые к электрической сети при несоблюдении определенных условий подключения. Нормы и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2014. – 27 с.

5. ГОСТ 30804.3.11-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Колебания напряжения и фликер, вызываемые техническими средствами с потребляемым током не более 75 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным системам электроснабжения при определенных условиях. Нормы и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с.

6. ГОСТ 30804.3.12-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы гармонических составляющих тока, создаваемых техническими средствами с потребляемым током более 16 А, но не более 75 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным распределительным системам электроснабжения. Нормы и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2014. – 28 с.

7. ГОСТ 30804.4.7-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств. – М.: Стандартинформ, 2013. – 40 с.

8. ГОСТ 30804.4.30-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии. – М.: Стандартинформ, 2014. – 52 с.

9. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

16. Материально-техническое обеспечение

Для обеспечения освоения дисциплины имеется учебная аудитория 1/133, снабженная мультимедийными средствами для представления презентаций лекций, демонстрационными материалами и компьютерами для проведения практических занятий.

17. Особенности организации процесса сдачи кандидатского экзамена для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

– для *слабовидящих*:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

– для *глухих и слабослышащих*:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

– для *лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих*

все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.