

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
2016 г.



**Изменения и дополнения к
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

Магистерская программа: **Методы исследования и моделирования процессов в
электромеханических преобразователях энергии**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Нормативный срок обучения: **2 года**

Форма обучения: **очная**

Шифр дисциплины по учебному плану 2016/2017 уч. года: **Б1.В.ОД.5**

Смоленск – 2016 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

По тексту исходной РПД.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является обязательной дисциплиной вариативной части цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерским программам «Электроприводы и системы управления электроприводов», направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Теория инженерного эксперимента» базируется на дисциплинах:

Б1.Б.2 «Дополнительные главы математики».

Знания и навыки, полученные студентами в процессе изучения «Теория инженерного эксперимента», используются при изучении дисциплин:

Б2.П.2 «Преддипломная практика»;

Б2.Н.1 «Научно-исследовательская работа»;

Б3 «Государственная итоговая аттестация».

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.5	
Часов (всего) по учебному плану:	108	2 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	2 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	2 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	2 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	2 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1,5, 54	2 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,25, 9
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0,25, 9
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0,25, 9
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	4/36, 4
Подготовка к контрольным работам	0,25, 9
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	14/36, 14

Всего:	1.5, 54
Подготовка к экзамену	-

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Принципы организации эксперимента.	18	4	4	4	6	4
2	Тема 2. Оценка влияния случайных факторов на результаты эксперимента.	18	4	4	4	6	3
3	Тема 3. Дисперсионный анализ.	12	2	4		6	3
4	Тема 4. Регрессионный анализ.	20	4	4	6	6	4
5	Тема 5. Планирование эксперимента.	20	4		4	12	4
6	Дополнительная тема на СРС: Обработка данных экспериментального исследования	4				4	
7	Итоговое занятие	16		2		14	
всего 108 часа по видам учебных занятий			18	18	18	54	18

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Принципы организации эксперимента

Лекция 1. Понятие эксперимента. Цели и задачи экспериментальных исследований. Активный и пассивный эксперимент (2 часа).

Лекция 2. Приемы сокращения числа факторов без потери информации. Анализ размерностей. Теорема Бэкингема (2 часа).

Практическое занятие 1. Формулировка задачи экспериментального исследования. Функции цели и факторы в эксперименте. Требования к функциям цели. Виды факторов - варьируемые, неизменные, случайные. Требования к варьируемым факторам (2 часа).

Практическое занятие 2. Определение безразмерных комплексов по методу Релея. Контрольная работа (2 часа).

Лабораторная работа № 1. Экспериментальное определение параметров электропривода. (4 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическим занятиям №№ 1, 2 и к контрольной работе. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 1. (всего к теме № 1 – 6 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме практического занятия и при проведении допуска к лабораторной работе, защита лабораторной работы. Контрольная работа.

Тема 2. Оценка влияния случайных факторов на результаты эксперимента

Лекция 3. Числовые характеристики законов распределения случайных величин. Теорема о математическом ожидании и дисперсии среднего (2 часа).

Лекция 4. Основные задачи математической статистики. Оценка генеральных параметров распределения случайных величин. (2 часа).

Практическое занятие 3. Общие алгоритмы решения основных задач математической статистики. Проверка статических гипотез (2 часа).

Практическое занятие 4. Применение стандартных распределений при обработке результатов экспериментальных исследований. (2 часа).

Лабораторная работа № 2. Разработка математической модели электромеханического объекта (4 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическим занятиям №№ 3, 4 и к выполнению и защите лабораторной работы № 2. (всего к теме № 2 – 6 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме практического занятия и при проведении допуска к лабораторной работе, защита лабораторной работы.

Тема 3. Дисперсионный анализ

Лекция 5. Применение дисперсионного анализа для выявления влияющих факторов на фоне случайных помех (2 часа).

Практическое занятие 5. Одно- и двухфакторный дисперсионный анализ при отсутствии информации о степени влияния случайных факторов (2 часа).

Практическое занятие 6. Дисперсионный анализ в условиях неоднородности. Латинские и греко-латинские квадраты. Контрольная работа (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическим занятиям № № 5, 6 и к контрольной работе (всего к теме № 3 – 6 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме на практических занятиях; контрольная работа.

Тема 4. Регрессионный анализ

Лекция 6. Основные этапы регрессионного анализа. Виды регрессий. Определение коэффициентов одномерной регрессии на основе метода наименьших квадратов. Оценка значимости коэффициентов.

Лекция 7. Применение регрессионного анализа для доказательства адекватности модели реальному объекту (физическому макету) (2 часа).

Практическое занятие 7. Анализ одномерной регрессии. Контрольная работа (2 часа).

Практическое занятие 8. Многомерная регрессия. Переход к кодированным факторам. Оценка адекватности и точности многомерной регрессии. (2 часа).

Лабораторная работа № 3. Исследование комплекса "макет - модель" (6 часов).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическим занятиям № № 7, 8, к выполнению и защите лабораторной работы № 3 и к контрольной работе; самостоятельное изучение указанной темы (всего к теме № 4 – 6 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме практического занятия и при проведении допуска к лабораторной работе, защита лабораторной работы. Устный опрос по дополнительной теме СРС. Контрольная работа.

Тема 5. Планирование эксперимента

Лекция 8. План первого порядка – полный факторный эксперимент и его графическая интерпретация. Дробный факторный эксперимент (2 часа).

Лекция 9. Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план.

Решение задач оптимизации. Поиск экстремума на основе полиномиальных моделей. (2 часа).

Лабораторная работа № 4. Получение уравнений показателей системы электропривода и их анализ (4 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 4. Выполнение расчетно-графической работы на тему «Планирование эксперимента» (всего к теме № 5 – 12 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторной работе, защите лабораторной работы, консультированию и защите расчетно-графической работы.

Практическое занятие 9. Итоговое занятие. (2 часа).

Дополнительная тема на СРС:

Обработка данных экспериментального исследования

Самостоятельная работа 6. Самостоятельное изучение указанной темы (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос по дополнительной теме СРС.

Интерактивные занятия: при проведении практических занятий №№ 1, 4, 6 (6 часов) используется метод проблемной формулировки задачи и интерактивного обсуждения хода ее решения, а также метод анализа конкретной ситуации с организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент». На практическом занятии № 2 (2 часа) используется бригадный метод выполнения вариантов задания с выбором различных методов расчета. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания.

На лабораторных работах (18 часов) используется бригадный метод выполнения работ (работа в малых группах). Лабораторные работы проводятся в виде лабораторного практикума, включающего несколько этапов исследования конкретного электромеханического объекта с последующим оформлением единого отчета. Также используется совместное обсуждение результатов работы студенческих бригад, групповые дискуссии, активный диалог студентов с преподавателем и между собой.

Далее по тексту исходной РПД.

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защиты расчетно-графической работы и лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи зачета.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-2 «способность самостоятельно выполнять исследования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество ответов студента на вопросы при текущем контроле – устных опросах и ответах на практических занятиях, а также результаты контрольных работ, проводимых в конце изучения каждой из тем. Учитываются также содержательная сторона и качество материалов, представленных студентом в расчетно-графической работе и ответы студента при ее защите.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основных приемов организации инженерного эксперимента;
- статистических методов обработки результатов эксперимента;

наличие **умения**:

- формулировать задачу экспериментального исследования технического объекта;
- проводить научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы;

присутствие **навыка**:

- планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в результате выполнения заданий на практических занятиях и при выполнении лабораторных работ.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию, содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ.

Далее по тексту исходной РПД.

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносится оценка зачета по дисциплине за 2 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Какие группы факторов выделяют в инженерном эксперименте?
2. Перечислите требования к функции цели.
3. Что может являться объектом исследования в инженерном эксперименте?
4. В чем отличие первичных и вторичных величин?
5. Что является признаком однородности уравнения размерности?
6. Как проверить правильность решения задачи на анализ размерности?
7. Приведите примеры непрерывных и дискретных случайных величин.
8. Как связаны между собой функция распределения и плотность распределения случайной величины?
9. Какова графическая интерпретация понятия квантиля распределения случайной величины?
10. Какова цель дисперсионного анализа?

11. Как проводится дисперсионный анализ при отсутствии информации о влиянии случайных факторов?
12. В чем состоят преимущества и недостатки плана ДФЭ?
13. Как классически решают задачу поиска экстремума?
14. Что такое эволюционные планы?
15. Какие недостатки имеет метод градиентного восхождения?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры вопросов к лабораторным работам)

1. Перечислите требования к варьируемым факторам в эксперименте.
2. Назовите условия применимости критерия Фишера.
3. Какие дисперсии являются однородными?
4. Для чего используется t -критерий?
5. Что оценивает дисперсия воспроизводимости?
6. Как определяется дисперсия адекватности?
7. В чем состоит отличие дисперсии предсказанного значения от других дисперсий?
8. Какие преимущества дают исследования в комплексе «физический макет - математическая модель»?
9. Почему ПФЭ 2ⁿ является планом первого порядка?
10. Как осуществить кодирование факторов в многофакторном эксперименте?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры заданий к практическим занятиям и контрольным работам)

Далее по тексту исходной РПД.

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

а) основная литература

1. Лукьянов С. И. Основы инженерного эксперимента. – ИНФРА-М, 2014.
2. Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства [электронный ресурс] - М.: Лань, 2012. (ЭБС Лань). Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2775

б) дополнительная литература:

Далее по тексту исходной РПД.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в две недели, практические занятия один раз в две недели и четыре лабораторные работы, включая защиту. Изучение курса завершается зачетом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой. При работе с литературой необходимо пометить материалы, которые вызывают затруднения для понимания. Если обучающемуся самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на ближайшем занятии.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических (семинарских) занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы и внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объем профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе. В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (расчеты, таблицы, диаграммы (графики), ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.).

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделывать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;
формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы.

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению конспектов лекций и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. Нужно изучить определения всех понятий и самостоятельно решить по нескольким типовым задач из каждой темы.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении лекционных занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При выполнении **расчетно-графической работы**, проведении **лабораторных работ** и для подготовки отчетов по лабораторным работам предусматривается использование компьютерных программ Mathcad, Microsoft Office и др.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные и практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебной лаборатории № Б -113 «Силовые преобразователи» (оснащена пятью лабораторными стендами с различными преобразователями и элементами систем управления ими).

Автор
канд.техн.наук, доцент

И.С. Саватеева

Зав. кафедрой ЭМС
канд.техн.наук, доцент

В.В. Рожков

Изменения и дополнения в РПД приняты на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол № 1.