

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

ФЭУ

(наименование факультета)

Гудим А.С.

(подпись, ФИО)

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов»

Направление подготовки	13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль) образовательной программы	«Электропривод и автоматизация»

Обеспечивающее подразделение
Кафедра «ЭМ»

Комсомольск-на-Амуре 2026

Разработчик рабочей программы:

канд. техн. наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Янченко А.В.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей
кафедрой

ЭПАПУ

(наименование кафедры)

(подпись)

Черный С.П.

(ФИО)

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Основы планирования эксперимента» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 147 от 28.02.2018 и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электропривод и автоматизация» по направлению подготовки 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника".

Задачи дисциплины	Изучить основы теории случайной величины. Научиться предварительной обработке результатов эксперимента. Изучить основные виды активных экспериментов. Изучить основы статистического и регрессионного анализа и основные виды многофакторных регрессионных моделей в планировании эксперимента. Получить навыки по практическому применению теории планировании эксперимента в электротехнике.
Основные разделы / темы дисциплины	1. Введение в теорию планирования эксперимента. 2. Предварительная обработка экспериментальных данных. 3. Однофакторный эксперимент. 4. Многофакторный эксперимент. 5. Использование активных экспериментов при изучении систем с электромеханическими преобразователями (ЭМП).

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Основы планирования эксперимента» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-1 Способность к расчету и моделированию различных блоков систем электроприводов	ПК-1.1 Знает основные методы анализа и программные средства моделирования систем электропривода ПК-1.2 Умеет применять специализированные средства моделирования для анализа и синтеза систем электропривода ПК-1.3 Владеет приемами моделирования узлов и систем электропривода с помощью специализированных средств	Знать основные методы обработки экспериментальных данных при исследовании и моделировании систем электропривода Уметь применять однофакторный и многофакторный эксперимент для анализа и моделирования систем электропривода Владеть приемами использования активных экспериментов при моделировании узлов и систем электропривода

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 13.04.02. «Электроэнергетика и электротехника» / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Основы планирования эксперимента» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения практических занятий.

Практическая подготовка реализуется на основе: профессиональный стандарт- Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности [код 40], профессиональный стандарт- Специалист по проектированию систем электропривода. [код 40.180].

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Основы планирования эксперимента» изучается на 1 курсе(ах) в 1 семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 16 ч., промежуточная аттестация в форме экзамена 35 ч., самостоятельная работа обучающихся, 92 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
Раздел 1 Введение в теорию планирования эксперимента					
Тема 1.1 Введение. Цель, задачи и значение курса. Основные определения однофакторного и многофакторного эксперимента.	1				
Актуальность и значение теории планирования эксперимента для научных исследований.					4
Раздел 2 Предварительная обработка экспериментальных данных					
Тема 2.1 Случайная величина и законы ее распределения.	1				
Статистические оценки случайной					4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
величины.						
Доверительный интервал при измерении случайных величин	1					
Экспериментальный анализ одномерной случайной величины*		1*				
Критерий Стьюдента и оценка доверительного интервала при измерении случайной величины.						4
Раздел 3 Однофакторный эксперимент						
Тема 3.1 Однофакторный эксперимент и МНК. Система нормальных уравнений.	1					
Построение и оценка однофакторной линейной регрессии*		1*				
Применение системы Mathcad для решения систем нормальных уравнений.						6
Построение и оценка однофакторной нелинейной регрессии						6
Изучение основных положений регрессионного анализа.						4
Применение программы MathCad для расчета коэффициентов регрессии и графического построения однофакторной нелинейной регрессии						6
Применение критерия Фишера для оценки адекватности модели (регрессии)						4
Основные показатели при оценке качества регрессионной модели.						4
Раздел 4 Многофакторный эксперимент						
Тема 4.1 Задачи и параметры многофакторного эксперимента. Условия проведения.	1					
Параметры многофакторного эксперимента						4
Выбор показателей и типа трех-		1				

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
факторной модели, выбор диапазонов варьирования факторов, построение ортогонального плана эксперимента						
Проведение активного эксперимента типа ПФЭ при исследовании характеристик генератора постоянного тока*		1				
Расчет коэффициентов трехфакторной модели по данным численного эксперимента						6
Виды многофакторных моделей. Нормирование факторов. Построение плана эксперимента.	1					
Оценка качества полученных трехфакторных моделей РГР						4
Полнофакторный план эксперимента (ПФЭ) и его свойства. Дробно-факторный план эксперимента(ДФЭ), условия выбора дробных реплик.						4
Тема 4.2 Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП). Преобразованный ОЦКП.	1					
Расчет трехфакторной модели параметров АД с помощью преобразованного плана типа ОЦКП		1				
Рототабельные планы типа РЦКП. Регрессионный анализ многофакторных моделей – оценка качества модели.						8
Графо-аналитическая оптимизация параметров АД с использованием трехфакторных моделей при заданных ограничениях.		1				
Раздел 5. Использование активных экспериментов при изучении систем с ЭМП						
Тема 5.1 Виды и преимущества активных экспериментов. Отсеивающие эксперименты и их применение при исследовании ЭМП.	1					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Изучение методов проведения отсеивающих экспериментов: метод насыщенного плана.						8
Экстремальные эксперименты. Метод градиента.		1				
Изучения методов поисковой оптимизации: симплекс-метод, метод случайного поиска.						8
Оценка устойчивости многофакторных моделей с помощью метода сингулярного разложения матриц.						8
Практическое применение метода сингулярного разложения матриц.		1				
Экзамен	-	-	-	1	35	
ИТОГО по дисциплине	8	8 (в том числе в форме практической подготовки: 6)	-	1	35	92

* реализуется в форме практической подготовки

4.2 Структура и содержание дисциплины для заочной формы обучения

Дисциплина «Основы планирования эксперимента» изучается на 1 курсе(ах) в 2 семестре(ах).

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 11 ч., промежуточная аттестация в форме экзамена 8 ч., самостоятельная работа обучающихся, 125 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 1 Введение в теорию						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
планирования эксперимента						
Тема 1.1 Введение. Цель, задачи и значение курса. Основные определения однофакторного и многофакторного эксперимента.	0,5					
Актуальность и значение теории планирования эксперимента для научных исследований.						4
Раздел 2 Предварительная обработка экспериментальных данных						
Тема 2.1 Случайная величина и законы ее распределения.	0,5					
Статистические оценки случайной величины.						5
Доверительный интервал при измерении случайных величин						6
Экспериментальный анализ одномерной случайной величины						6
Критерий Стьюдента и оценка доверительного интервала при измерении случайной величины.						6
Раздел 3 Однофакторный эксперимент						
Тема 3.1 Однофакторный эксперимент и МНК. Система нормальных уравнений.	0,5					
Построение и оценка однофакторной линейной регрессии.		1				
Применение системы Mathcad для решения систем нормальных уравнений.						5
Построение и оценка однофакторной нелинейной регрессии.						8
Изучение основных положений регрессионного анализа.						4
Применение программы MathCad для расчета коэффициентов регрессии и графического построения однофакторной нелинейной регрессии.*		1*				

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Применение критерия Фишера для оценки адекватности модели (регрессии)						6
Основные показатели при оценке качества регрессионной модели.						6
Раздел 4 Многофакторный эксперимент						
Тема 4.1 Задачи и параметры многофакторного эксперимента. Условия проведения.	0,5					
Параметры многофакторного эксперимента						6
Выбор показателей и типа трехфакторной модели, выбор диапазонов варьирования факторов, построение ортогонального плана эксперимента						6
Проведение активного эксперимента типа ПФЭ при исследовании характеристик генератора постоянного тока*		1*				
Расчет коэффициентов трехфакторной модели по данным численного эксперимента						6
Виды многофакторных моделей. Нормирование факторов. Построение плана эксперимента.						6
Оценка качества полученных трехфакторных моделей РГР						7
Полнофакторный план эксперимента (ПФЭ) и его свойства. Дробно-факторный план эксперимента(ДФЭ), условия выбора дробных реплик.						8
Тема 4.2 Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП). Преобразованный ОЦКП.	1					
Расчет трехфакторной модели параметров АД с помощью преобразованного плана типа ОЦКП		1				
Рототабельные планы типа РЦКП. Регрессионный анализ многофак-						5

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
торных моделей – оценка качества модели.						
Графо-аналитическая оптимизация параметров АД с использованием трехфакторных моделей при заданных ограничениях.		1				
Раздел 5. Использование активных экспериментов при изучении систем с ЭМП						
Тема 5.1 Виды и преимущества активных экспериментов. Отсеивающие эксперименты и их применение при исследовании ЭМП.	1					
Изучение методов проведения отсеивающих экспериментов: метод насыщенного плана.						6
Экстремальные эксперименты. Метод градиента.*		1*				
Изучения методов поисковой оптимизации: симплекс-метод, метод случайного поиска.						6
Оценка устойчивости многофакторных моделей с помощью метода сингулярного разложения матриц.						7
Практическое применение метода сингулярного разложения матриц.						6
Экзамен	-	-	-	1	8	
ИТОГО по дисциплине	4	6 (в том числе в форме практической подготовки: 3)	-	1	8	125

* реализуется в форме практической подготовки

5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Пол-

ный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / 13.04.02.

«Электроэнергетика и электротехника» / *Рабочий учебный план* / *Реестр литературы*.

6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1) Янченко А.В. Обработка данных и планирование активного эксперимента / А.В. Янченко. Учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2005.–74 с.

2) Янченко А.В. Планирование эксперимента и решение оптимизационной задачи при исследовании асинхронной машины: Методические указания к выполнению лабораторно-исследовательской работы / Сост. А.В.Янченко, А.В.Сериков. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 1998. – 19 с.

6.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / 13.04.02. *«Электроэнергетика и электротехника»* / *Рабочий учебный план* / *Реестр ЭБС*.

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета

<https://knastu.ru/page/3244>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Название сайта	Электронный адрес
Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM	http://www.znanium.com
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Научная электронная библиотека "КиберЛенинка"	https://cyberleninka.ru/
Единое окно доступа к информационным ресурсам	http://window.edu.ru/

7 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

7.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

7.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

7.3 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

7.4 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / 13.04.02. «Электроэнергетика и электротехника»/ *Рабочий учебный план* / *Реестр ПО*.

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

8.2 Учебно-лабораторное оборудование

Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Лаборатория электрических машин (ауд. 109/3)	Лабораторный стенд №10 «Исследование генераторов постоянного тока (ГПТ)»
Лаборатория математического моделирования (ауд. 100/3)	Персональные компьютеры

8.3 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия *(при наличии).*

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия *(при наличии).*

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- зал электронной информации НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы факультета.

9 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.