

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра МПСиС
Заведующий кафедрой ЭЭТ



М.В. Шевлюгин

21 мая 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

26 мая 2020 г.

Кафедра «Электроэнергетика транспорта»

Автор Никищечкин Анатолий Петрович, к.т.н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование метрологического эксперимента

Направление подготовки:	23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы
Профиль:	Стандартизация и метрология в транспортном комплексе
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2020

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 26 мая 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии  С.В. Володин	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 11 21 мая 2020 г. Заведующий кафедрой  М.В. Шевлюгин
--	---

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: Заведующий кафедрой Шевлюгин Максим Валерьевич
Дата: 21.05.2020

Москва 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование эксперимента» является: формирование у студентов знания и понимания основ современных подходов к исследованиям, в которых математическим методам отводится ведущая роль, а эксперимент занимает главенствующее место среди способов получения информации и является отправной точкой и критерием адекватности знаний, а также формирование у студентов практических навыков построения плана эксперимента и получения математического описания процесса на основе полученных экспериментальных данных.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Учебная дисциплина "Планирование метрологического эксперимента" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

2.1. Наименования предшествующих дисциплин

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

2.1.1. Информатика:

Знания: роли информации в развитии общества; логики организации информационных объектов; тенденций развития информационных технологий.

Умения: формулировать поставленные задачи, требующие использования информационных технологий, грамотно и логически непротиворечиво

Навыки: работой с компьютером как средством самостоятельного получения новых знаний.

2.1.2. Математика:

Знания: тенденции развития современных проблем профессиональной деятельности

Умения: самостоятельно выявить и идентифицировать проблемы своей профессиональной деятельности, сформулировать цели их исследования и решения, выбрать и обосновать группу критериев для оценки полезности разрабатываемых решений.

Навыки: способностью к обобщению, анализу, восприятию информации.

2.1.3. Метрология:

Знания: принципы составления планов, программ и методик выполнения измерений , испытаний и контроля

Умения: устанавливать нормы точности измерений и достоверности контроля.

Навыки: современными методами обработки результатов измерений

2.1.4. Общая теория измерений:

Знания: Принципы разработки методик выполнения измерений.

Умения: Проводить оценку уровня брака.

Навыки: Навыками работы с измерительными приборами.

2.1.5. Физика:

Знания: общие законы физики, процессы и явления, происходящие в живой и неживой природе

Умения: исследовать окружающую среду для выявления ее возможностей и ресурсов с целью их использования в рамках профессиональной деятельности, использовать современные информационные технологии для приобретения с новых знаний

Навыки: современными научными методами познания природы для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций современными информационными технологиями

2.1.6. Физические основы измерений и эталоны:

Знания: физические основы исследуемых процессов при составлении научных отчётов по результатам выполненных экспериментов.

Умения: составлять проекты технических заданий на выполнение измерительного эксперимента с учётом установленных требований к эталонной базе.

Навыки: навыками моделирования процессов, средств измерений и проведения измерительного эксперимента по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

2.1.7. Электротехника и электроника:

Знания: образовательные и информационные технологии;

Умения: составлять описания проводимых исследований

Навыки: навыками конструирования типовых деталей и их соединений

2.2. Наименование последующих дисциплин

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, результаты испытаний;	ОПК-3.1 Знает правовые основы метрологической деятельности, формы государственного регулирования обеспечения единства измерений. ОПК-3.2 Способен выполнять измерения величин. Знает принципы и правила выбора методов и средств измерений. ОПК-3.3 Определяет виды, цели, задачи и методы испытаний продукции. ОПК-3.4 Владеет методами обработки результатов измерений и испытаний.
2	ПКО-6 Способен в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке документации для технического контроля при исследовании, проектировании, производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования.	ПКО-6.1 Знает требования к оформлению текстовых документов, чертежей, рисунков, схем, таблиц и применяет их на практике. ПКО-6.2 Имеет опыт оформления конструкторских (текстовых и графических) документов, отчетов и протоколов по испытаниям. ПКО-6.3 Имеет опыт оформления документов, используемых при сертификации продукции, а также стандартов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

4 зачетные единицы (144 ак. ч.).

4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 3
Контактная работа	68	68,15
Аудиторные занятия (всего):	68	68
В том числе:		
лекции (Л)	34	34
практические (ПЗ) и семинарские (С)	34	34
Самостоятельная работа (всего)	31	31
Экзамен (при наличии)	45	45
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	144	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	4.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КРаб (1), ПК1, ПК2	КРаб (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	ЭК

4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	Раздел 1 Цели, задачи и методы теории планирования эксперимента. Основные термины, определения и понятия теории планирования эксперимента. Факторы. Факторное пространство. Уровни факторов. Кодирование факторов. Функция отклика. Поверхность функции отклика. Тема 1. Цели, задачи и методы теории планирования эксперимента. Основные термины, определения и понятия теории планирования эксперимента. Тема 2. Факторы. Факторное пространство. Уровни факторов. Кодирование факторов. Функция отклика. Поверхность функции отклика.	6		10		8	24	
2	3	Раздел 2 Выбор модели. Линейные и	8		8		10	26	ПК1

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		полиномиальные модели технических систем. Модели линейной регрессии. Эксперимент как основа математического моделирования. Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов. Полный факторный эксперимент 2^n. Выбор модели. Линейные и полиномиальные модели технических систем. Модели линейной регрессии. Эксперимент как основа математического моделирования. Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов. Полный факторный эксперимент 2^n. Тема 1. Выбор модели. Линейные и полиномиальные модели технических систем. Модели линейной регрессии. Эксперимент как основа математического моделирования.							

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Тема 2. Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов. Полный факторный эксперимент 2 ⁿ .							
3	3	Раздел 3 Дробный факторный эксперимент . Генерирующие соотношения. Определяющий контраст. Обобщающий определяющий контраст. Пути повышения точности полиномов Тема. Дробный факторный эксперимент . Генерирующие соотношения Тема. Определяющий контраст. Обобщающий определяющий контраст. Пути повышения точности полиномов.	10		6		6	22	КРаб, ПК2
4	3	Раздел 4 Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Планы Бокса. Планы Хартли. Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка.	10		10		7	27	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Ротатабельные ортогональные центральные композиционные планы второго порядка. Тема. Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Планы Бокса. Планы Хартли. Тема. Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка. Ротатабельные ортогональные центральные композиционные планы второго порядка.							
5	3	Экзамен						45	ЭК
6		Всего:	34		34		31	144	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 34 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
1	3	РАЗДЕЛ 1 Цели, задачи и методы теории планирования эксперимента. Основные термины, определения и понятия теории планирования эксперимента. Факторы. Факторное пространство. Уровни факторов. Кодирование факторов. Функция отклика. Поверхность функции отклика.	ПРН№1 Тема 1. Цели, задачи и методы теории планирования эксперимента. Основные термины, определения и понятия теории планирования эксперимента. Тема 2. Факторы. Факторное пространство. Уровни факторов. Кодирование факторов. Функция отклика. Поверхность функции отклика.	10
2	3	РАЗДЕЛ 2 Выбор модели. Линейные и полиномиальные модели технических систем. Модели линейной регрессии. Эксперимент как основа математического моделирования. Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов. Полный факторный эксперимент 2^n . Выбор модели. Линейные и полиномиальные модели технических систем. Модели линейной регрессии. Эксперимент как основа математического моделирования. Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов. Полный факторный эксперимент 2^n .	ПРН№2 Тема. Выбор модели. Линейные и полиномиальные модели технических систем. Модели линейной регрессии. Эксперимент как основа математического моделирования. Тема. Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов. Тема. Полный факторный эксперимент 2^n .	8

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
3	3	РАЗДЕЛ 3 Дробный факторный эксперимент . Генерирующие соотношения. Определяющий контраст. Обобщающий определяющий контраст. Пути повышения точности полиномов	ПР№3 Дробный факторный эксперимент . Генерирующие соотношения Определяющий контраст. Обобщающий определяющий контраст. Пути повышения точности полиномов.	6
4	3	РАЗДЕЛ 4 Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Планы Бокса. Планы Хартли. Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка. Ротатабельные ортогональные центральные композиционные планы второго порядка.	ПР№4 Тема. Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Планы Бокса. Планы Хартли. Тема. Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка. Ротатабельные ортогональные центральные композиционные планы второго порядка.	10
ВСЕГО:				34/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Теория планирования эксперимента» осуществляется в форме лекций, практических и лабораторных занятий.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме и в диалоговом режиме со студентами, - по типу управления познавательной деятельностью.

Классический лекционный курс является объяснительно-иллюстративным и предусматривает разбор и анализ конкретных ситуаций, а также обсуждение проблемных и актуальных задач дисциплины и новейших достижений, разработок и открытий в области электротехники и электроники.

Лабораторные работы организованы с использованием технологий развивающего обучения. Часть работ выполняется на лабораторных стендах, а часть на компьютерах с применением программы Electronics Workbench и предусматривает сборку электрических схем и электрические измерения.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относится оформление результатов выполненных лабораторных работ, подготовка к промежуточным контролям, интерактивные консультации в режиме реального времени по всем изучаемым разделам, а также самопроверка усвоения полученных знаний с использованием компьютерной тестирующей системы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	3	РАЗДЕЛ 1 Цели, задачи и методы теории планирования эксперимента. Основные термины, определения и понятия теории планирования эксперимента. Факторы. Факторное пространство. Уровни факторов. Кодирование факторов. Функция отклика. Поверхность функции отклика.	Основные термины, определения и понятия теории планирования эксперимента 1. Изучение литературы для раздела №1 2. Подготовка к практическому занятию 3. Подготовка к лабораторной работе[1]; [2]	8
2	3	РАЗДЕЛ 2 Выбор модели. Линейные и полиномиальные модели технических систем. Модели линейной регрессии. Эксперимент как основа математического моделирования. Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов. Полный факторный эксперимент 2^n . Выбор модели. Линейные и полиномиальные модели технических систем. Модели линейной регрессии. Эксперимент как основа математического моделирования. Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов. Полный факторный	Выбор точек проведения эксперимента. Определение эффектов взаимодействия факторов 1. Изучение литературы для раздела №2 2. Подготовка к практическому занятию 3. Подготовка к лабораторной работе [1]; [2]	10

		эксперимент 2^n .		
3	3	РАЗДЕЛ 3 Дробный факторный эксперимент. Генерирующие соотношения. Определяющий контраст. Обобщающий определяющий контраст. Пути повышения точности полиномов	Дробный факторный эксперимент. Генерирующие соотношения. 1. Изучение литературы для раздела №3 2. Подготовка к практическому занятию 3. Подготовка к лабораторной работе [2]	6
4	3	РАЗДЕЛ 4 Планы второго порядка. Ортогональный центральный композиционный план второго порядка. Планы Бокса. Планы Хартли. Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка. Ротатабельные ортогональные центральные композиционные планы второго порядка.	Ротатабельные центральные композиционные планы второго порядка 1. Изучение литературы для раздела №4 2. Подготовка к практическому занятию 3. Подготовка к лабораторной работе [3]; [4]; [1]	7
ВСЕГО:				31

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Планирование и организация эксперимента	Никишечкин А.П., Хлопков А.М.	М.: МГУПС (МИИТ), 2015	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4
2	Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных	Сидняев Н.И.	М.: ИД Юрайт, 2012	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
3	Теория оптимального эксперимента	Федоров В.В.	М.: Наука, 1971	Раздел 3, Раздел 4
4	« Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения.	ГОСТ 24026-80	М.: Издательство «Стандарты» , 1980	Раздел 4

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://library.mii.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».
3. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.
4. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения лекционных занятий необходима лекционная аудитория с интерактивной доской, позволяющей студенту усваивать изучаемый материал, находясь в любом месте аудитории, независимо от ее размеров.

Для проведения лабораторных занятий необходимы две аудитории с электротехническим и компьютерным оборудованием. Электротехническое оборудование вместе с измерительными приборами должно быть размещено на лабораторных стендах и обеспечено комплектами соединительных проводов и средствами защиты от поражения током (напряжением). Компьютеры должны быть оснащены стандартным лицензионным программным продуктом Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013).

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Экспериментально-исследовательская лаборатория со стендами. Размеры лаборатории должны создавать комфортные условия для коллективной и индивидуальной работы преподавателя со студентами.
2. Количество стендов в лаборатории должно создавать условия для индивидуальной, активной и творческой работы обучающегося по данной дисциплине.
3. Автоматизированное рабочее место (АРМ) преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Компетенции обучающегося, формируемые при изучении дисциплины «Теория планирования эксперимента», рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Обучающийся должен быть нацелен на своевременное усвоение излагаемого лектором материала. Для активного и заинтересованного в качественном обучении учащегося возможности максимального усвоения материала расширяются во время его самостоятельной работы, консультаций у преподавателя, на лабораторных занятиях и при подготовке к тестированию.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения, так как систематизируют основные знания по дисциплине с учетом новейших достижений науки и техники, а также с учетом направления специализации обучающегося.

Задачами лекционного курса являются:

- формирование у обучающихся системного представления об изучаемом предмете;
- оценка современного состояния и перспектив развития изучаемого направления науки и техники;
- изучение дисциплины в систематизированном виде, позволяющем использовать логические связи между отдельными ее разделами;
- объяснение и обсуждение проблемных вопросов в изучаемой дисциплине;
- повышение заинтересованности обучающегося в активной творческой познавательной деятельности;
- получение будущим специалистом знаний, умений и навыков, необходимых как на бытовом уровне, так и в их практической профессиональной деятельности, в понимании закономерностей развития своей отрасли и, в конечном итоге, научно-технического прогресса в целом.

Основные функции лекций: 1. Познавательно-обучающая; 2. Развивающая; 3.

Ориентирующе-направляющая; 4. Активизирующая; 5. Воспитательная; 6.

Организирующая; 7. Информационная.

Выполнение лабораторных работ является продолжением теоретического освоения данной дисциплины и способствует закреплению полученных знаний в процессе их практического применения. Лабораторные работы развивают самостоятельность обучающихся в принятии решений, вовлекают их в учебный процесс и формируют профессиональные качества будущего специалиста. Форма обучения в виде лабораторных занятий вырабатывает у будущего специалиста умение ориентироваться в различных практических ситуациях, возникающих в окружающем его мире. Эффективность лабораторных занятий должна быть высокой. Этому способствует самостоятельная заблаговременная подготовка к каждому занятию по заранее объявленной теме и использование для этого лекционных конспектов и рекомендуемой литературы.