

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по учебной работе

_____ А.Е. Рудин

« 30 » июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01

(Индекс дисциплины)

Основы теории планирования эксперимента

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **28** Машиноведения

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

Информационные технологии в производствах и сервисе

Профиль подготовки: технологических машин

Уровень образования: бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		72
	Аудиторные занятия	51		8
	Лекции	17		4
	Лабораторные занятия	34		4
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	21		60
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	5		5
	Контрольная работа			5
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		2

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная					2							
Очно-заочная												
Заочная				0,5	1,5							

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования
по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № 1/1/6, 1/3/17

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
 Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области постановки, проведения и анализа экспериментальных исследований с использованием математических методов планирования эксперимента

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть историю возникновения и развития российского и международных подходов использования математических методов планирования эксперимента
- Раскрыть основные принципы и понятия теории планирования экспериментальных исследований.
- Предоставить обучающимся возможности для формирования умений и навыков для проведения анализа полного факторного эксперимента и дробной реплики.
- Показать особенности применения полученных в результате эксперимента математических моделей для управления технологических процессов.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-16	умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	второй
Планируемые результаты обучения Знать: 1) Методы статистической обработки результатов эксперимента Уметь: 1) Рассчитать основные статистические характеристики результатов экспериментального определения физико-механических характеристик и технологических параметров Владеть: 1) Навыками расчета статистических характеристик результатов экспериментального определения физико-механических характеристик и технологических параметров		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Соппротивление материалов (ПК-16)
- Материаловедение. Технология конструкционных материалов (ПК-16)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. История возникновения и современное состояние дисциплин. Практика обработки результатов измерений случайной величины			
Тема 1. Задачи и содержание курса. Постановка задачи при проведении активного эксперимента. Преимущества математических методов планирования экспериментов	2		2

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 2. Основы теории ошибок. Классификация видов погрешностей; характеристика точности средств измерений. Ошибки измерения критериев и факторов	8		6
Тема 3. Математическое ожидание, дисперсия, вероятностные кривые, полигон и гистограмма частот появления событий. Достоверность и ошибка средней величины.	6		6
Тема 4. Оценки точечных и интервальных характеристик случайных величин. Априорное ранжирование факторов	2		2
Тема 5. Определение корреляционных характеристик. Метод наименьших квадратов.	6		4
Текущий контроль 1 – опрос	2		
Учебный модуль 2. Факторный эксперимент			
Тема 6. Дисперсионный анализ. Сравнение средних значений экспериментальных данных.	2		2
Тема 7. Регрессионный анализ. Сравнение дисперсий различных экспериментов	2		2
Тема 8. Многофакторный эксперимент. Выбор модели. Полный факторный эксперимент.	2		4
Тема 9. Выбор критериев оптимизации, факторов и уровней их варьирования.	2		2
Тема 10. Составление матрицы планирования экспериментов. Исследование воспроизводимости. Оптимальность планов.	8		6
Тема 11. Определение коэффициентов математической модели и проверка значимости коэффициента регрессии.	8		4
Тема 12. Проверка адекватности математической модели. Проблемы поиска оптимума.	3		2
Тема 13. Планирование дробных реплик и анализ результатов эксперимента. Построение графических зависимостей.	8		5
Текущий контроль 2 – опрос	2		
Текущий контроль – контрольная работа			21
Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет	9		4
ВСЕГО:	72		72

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	5	1			4	0,5
2	5	1			4	0,5
3	5	1			4	0,5
4	5	1				
5	5	1				
6	5	2			4	0,5
7	5	1			4	0,5
8	5	1				
9	5	2			4	0,5
10	5	1			4	0,5
11	5	2			4	0,5
12	5	1				
13	5	2				
ВСЕГО:		17				4

3.2. Практические и семинарские занятия

Не предусмотрены

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Статистическая оценка параметров распределения. Построение полигона и гистограмма частот	5	4			5	0,5
2	Выявление выскакивающих экспериментальных данных	5	2			5	0,5
3	Вычисление оценок математического ожидания, среднего квадратичного отклонения	5	4			5	0,5
5	Определение корреляционных характеристик. Метод наименьших квадратов.	5	4				
10	Составление матрицы планирования ПФЭ 2^3 для реального эксперимента	5	6			5	1
11	Получение коэффициентов математической модели и проверка их значимости с помощью критерия Стьюдента.	5	6			5	1
12	Проверка адекватности математической модели.	5	2			5	0,5
13	Составление плана и анализ дробного факторного эксперимента 2^{4-1}	5	6				
ВСЕГО:			34				4

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1 – 2	опрос	5	2				
1 – 2	контрольная работа					5	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	5	6			4	14
Подготовка к практическим (семинарским) и лабораторным занятиям	5	6			5	4
Выполнение домашних заданий					5	21
Подготовка к зачетам	5	9			5	4
ВСЕГО:		21				64

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	лекция-диалог	4		1
Лабораторные занятия	анализ ситуаций профессиональной деятельности	8		1
ВСЕГО:		12		2

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1	Аудиторная активность: посещение лекций и практических занятий, прохождение	30	3 балла за каждую лекцию (8 лекций в семестре), максимум 24 балла; 4 балла за каждое практическое занятие (17 практ. занятий в семестре), максимум 68 баллов; 4 балла за текущий контроль (2 текущих контроля в семестре), максимум 8 баллов.
2	Выполнение и защита отчетов по лабораторным работам	40	До 3 баллов за ответы на теоретические вопросы по теме лаб. работы (8 тем лаб. работ), максимум 24 балла; До 5 баллов за каждый качественно оформленный и представленный в срок отчет, максимум 40 баллов; 4 балла за защиту отчета по лабораторной работе, максимум 32 балла; до 4 баллов за активное участие в обсуждении результатов (анализ ситуаций профессиональной деятельности).
3	Сдача зачета	30	Ответ на теоретический вопрос (полнота и качество ответа, владение терминологией) – максимум 50 баллов; выполнение практического задания (1 задание) – максимум 50 баллов.
Итого (%):		100	

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

- Воробьев А.Л. Планирование и организация эксперимента в управлении качеством [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьев А.Л., Любимов И.И., Косых Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 344 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33648.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 73 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю.

б) дополнительная учебная литература

3. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 55 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30012>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс: «Стандартизация и метрология»/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25512>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Основы теории планирования эксперимента. Лабораторные работы [Электронный ресурс]: методические указания / Сост. Гренишина Н. А., Мазин Л. С., Мартыничик К. И., Рокотов Н. В. — СПб.: СПГУТД, 2014.— 50 с.— Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1702, по паролю.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.
2. Организация самостоятельной работы обучающихся [Электронный ресурс]: методические указания / сост. И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>).
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД <http://publish.sutd.ru>.
3. Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes: <http://matlab.exponenta.ru>
4. Материалы Информационно-образовательной среды заочной формы обучения СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: http://sutd.ru/studentam/extramural_student/

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

1. Microsoft Windows 10 Home Russian Open No Level Academic Legalization Get Genuine (GGK) + Microsoft Windows 10 Professional (Pro – профессиональная) Russian Upgrade Open No Level Academic
2. Office Std 2016 RUS OLP NL Acdmc
3. Учебный комплект программного обеспечения: КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ и приложения

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

1. Компьютерный класс, оснащенный учебными комплектами программного обеспечения (MATLAB, САПР КОМПАС-3D, справочник «Материалы и Сортаменты», САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, САПР SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS) и оборудованный мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.
2. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным комплексом для демонстрации презентаций.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

не предусмотрены

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Лекции обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. На лекциях излагается основное содержание курса, иллюстрируемое конкретными примерами, широко используется зарубежный и отечественный опыт по соответствующей тематике. Освоение лекционного материала обучающимся предполагает следующие виды работ:

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
	<ul style="list-style-type: none"> • проработка рабочей программы в соответствии с целями и задачами, структурой и содержанием дисциплины; • конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. • работа с теоретическим материалом (конспектирование источников): найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Лабораторные занятия	<p>Лабораторные занятия способствуют развитию практических навыков владения изучаемыми методами, оборудованием, технологиями и др. в процессе взаимодействия со специально разработанными модельными установками или образцами реально действующего оборудования, предполагают проведение учебного эксперимента на лабораторной установке под руководством преподавателя; наблюдение за процессом.</p> <p>На лабораторных работах обучающийся изучает процесс или объект на основе взаимодействия с ним или его моделью (натурной или математической). В результате проведения лабораторного занятия обучающийся должен понять принципы устройства и работы изучаемого предмета.</p>
Самостоятельная работа	<p>Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, а также подготовки к экзамену. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством преподавателя.</p> <p>Следует изучить методические указания к выполнению лабораторных занятий.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-16 / второй этап	Излагает методы расчета среднего выборки, дисперсии, коэффициента вариации, доверительного интервала, методы определения коэффициентов эмпирических зависимостей на основе результатов эксперимента.	Вопросы для устного собеседования	перечень вопросов для устного собеседования (24 вопроса)
	Определяет статистические характеристики для выборки по результатам эксперимента и коэффициенты эмпирических зависимостей.	Практическое задание	Сборник типовых заданий (15 вариантов по 3 задания в каждом)
	Проводит статистическую обработку экспериментальных данных с использованием программного обеспечения (Excel, MATLAB).	Практическое задание	

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

40 – 100	Зачтено	Обучающийся своевременно выполнил лабораторные работы и представил результаты; в соответствии с требованиями.
0 – 39	Не зачтено	Обучающийся не выполнил (выполнил частично) лабораторные работы, допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя.

* **Существенные ошибки** – недостаточная глубина и осознанность ответа (например, студент не смог применить теоретические знания для объяснения явлений, для установления причинно-следственных связей, сравнения и классификации явлений и т.д.).

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Задачи и цели курса. Основные понятия теории планирования эксперимента .	1
2	Постановка задачи при проведении экспериментальных исследований.	1
3	Выбор метода экспериментальных исследований.	1
4	Основы теории ошибок.	2
5	Виды измерений и погрешностей.	2
6	Оценка точечных и интервальных характеристик случайных величин.	3
7	Обработка результатов экспериментов, не имеющих количественных значений	4
8	Сравнение средних значений экспериментальных данных.	4
9	Определение специальных характеристик и функций.	5
10	Корреляционная зависимость между экспериментальными данными.	6
11	Метод наименьших квадратов.	6
12	Дисперсионный анализ.	7
13	Регрессионный анализ.	8
14	Многофакторный эксперимент.	9
15	Выбор факторов варьирования при проведении полного факторного эксперимента.	10
16	Выбор критериев оптимизации исследуемого процесса.	10
17	Составление матрицы планирования экспериментов.	11
18	Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии, описывающего исследуемый процесс.	11
19	Проверка адекватности математической модели.	13
20	Поиск оптимальных решений выбранных критериев оптимизации.	13
21	Научно-техническое прогнозирование на основе результатов исследования.	13
22	Дробный факторный эксперимент.	14
23	Статистический анализ результатов эксперимента.	15
24	Преимущества использования математических методов планирования эксперимента.	15

Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций не предусмотрены

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Вычислить оценки математического ожидания, среднего квадратического отклонения и коэффициент вариации для серии опытов: 10,8; 11,5; 10,5; 10,7	$X=10,9$; $\sigma =0,19$; $V=4\%$
2	Определить доверительный интервал и математическое ожидание с заданным уровнем достоверности для серии экспериментов: 10,8; 11,5;10,5;10,7	$\Delta =1,3$ $9,6 < X < 12,2$

3	Сравнить средние значения экспериментальных данных для двух серий опытов: X1- 6,53; 6,55; 6,72; 6,7; 6,59; 6,64. X2 – 7,38; 7,24; 7,29; 7,38; 7,42; 7,34.	С уровнем достоверности 0,95 значения X1 и X2 необходимо считать разными
4	Подобрать методом наименьших квадратов параметры прямой, изображающей зависимость Y от X . Y-30; 58; 95; 132; 160 X - 5;10; 15; 20; 25.	$Y = 6,28x + 0,8$

определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013 г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

**В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение*

10.3.3. Особенности проведения зачета

К зачету не допускаются студенты, не выполнившие лабораторные работы.

Аттестация в форме зачета предназначена для оценки теоретических знаний, умений и навыков при использовании математических методов планирования экспериментальных исследований.

- Не допускается использование текста лекций и других справочных материалов.
- Время на подготовку ответа на зачет не превышает 40 минут