

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

Лысьвенский филиал  
Кафедра технических дисциплин



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Эксперимент в промышленных исследованиях»**  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа академического бакалавриата

Направление подготовки

22.03.03 Металлургия

Направленность (профиль)  
Программы бакалавриата

Обработка металлов и сплавов давлением

Квалификация выпускника

бакалавр

Выпускающая кафедра

технических дисциплин

Формы обучения

очная, очно-заочная

Курс: 4

Семестр(ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану (БУП):

3

Часов по рабочему учебному плану (БУП):

108

Виды контроля:

Экзамен **нет**

Зачёт: **7**

Курсовой проект: **нет**

Курсовая работа: **нет**

**Рабочая программа дисциплины «Эксперимент в промышленных исследованиях» разработана на основании:**

– Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, уровень высшего образования – бакалавриат, направление подготовки 22.03.02 Metallургия утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «04» декабря 2015 г. № 1427;

– Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1367 от «19» декабря 2013 г.;

– Компетентностной модели (КМ) выпускника ОПОП по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, профиль Обработка металлов и сплавов давлением, утвержденной «28» апреля 2016 г.;

– Базового учебного плана очной формы обучения по направлению 22.03.02 Metallургия, профиль Обработка металлов и сплавов давлением, утвержденного «28» апреля 2016 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин: Метрология, стандартизация и сертификация, Контроль и управление технологическими процессами, Механические свойства и модели разрушения, Физико-механические свойства металлов и сплавов, Охрана труда и электробезопасность, Производственная практика, Научно-исследовательская работа, участвующих в формировании компетенции совместно с данной дисциплиной.

Разработчик:  
канд.техн.наук, доцент



Т.О.Сошина

Рецензент:  
канд. техн. наук, доц.



С.А. Белова

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры** Технических дисциплин «14» сентября 2016 г., протокол № 2.

Заведующий кафедрой,  
ведущей дисциплину  
канд. техн. наук, доцент



Д.С. Балабанов

Заместитель заведующего кафедрой  
по направлению  
22.03.02 Metallургия



Л.Н. Гусельникова

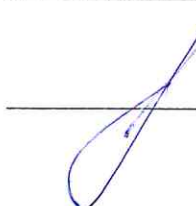
Согласовано

Начальник управления образовательных  
программ ПНИПУ, канд. техн. наук, доц.



Д.С. Репецкий

Заместитель директора по УР  
ЛФ ПНИПУ



Н.Н. Третьякова

## 1 Общие положения

### 1.1 Цель учебной дисциплины:

- приобретение студентами знаний о промышленном эксперименте по существу, навыков проведения промышленного эксперимента, применении методов теории вероятности и математической статистики для обработки экспериментальных данных.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенций:

- готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации (ОПК-7);
- способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-2);

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

- изучение основных сведений о целях и задачах промышленного эксперимента при исследовании процессов обработки металлов давлением;
- ознакомление студентов с целями, задачами и практическими приемами проведения промышленного эксперимента в условиях заводской лаборатории и производственного цеха;
- изучение методов статистического контроля и управления качеством продукции.
- формирование умений по практическому применению методов теории вероятностей и математической статистики для анализа опытных данных, полученных при проведении промышленного эксперимента;
- формирование умений по построению и проверке адекватности статистических (вероятностных) математических моделей изучаемых объектов на основе экспериментальных данных.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются:

- приемы проведения промышленного эксперимента;
- методы теории вероятности и математической статистики;
- математические модели процессов обработки металлов давлением.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Эксперимент в промышленных исследованиях» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору при освоении ОПОП по направлению подготовки 22.03.03 «Металлургия», профиля «Обработка металлов и сплавов давлением».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенции, заявленной в пункте 1.1.

Таблица 1.1 - Дисциплины, направленные на формирование компетенции

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие Дисциплины (группы дисциплин)
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
ОПК -7	Готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации	Метрология, стандартизация и сертификация Производственная практика	Контроль и управление технологическими процессами Механические свойства и модели разрушения Физико-механические свойства металлов и сплавов Охрана труда и электробезопасность

<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-2</b>	способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	<p style="text-align: center;">-</p> <p>Механические свойства и модели разрушения Физико-механические свойства металлов и сплавов Научно-исследовательская работа</p>

## **2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие планируемые результаты обучения:

### ***Знать:***

- наиболее важные требования к выбору условий проведения промышленного эксперимента;
- основные положения теории вероятностей и математической статистики;
- методики обработки опытных данных промышленного эксперимента с использованием современных методов теории вероятностей и математической статистики;
- методики получения конкретных промышленно значимых технических и технологических выводов и закономерностей;
- современное состояние теории планирования промышленного эксперимент.

### ***Уметь***

- сформулировать конкретные цели и задачи проведения промышленного эксперимента, необходимого для удовлетворения конкретных потребностей производства в области обработки металлов давлением;
- сформулировать конкретные требования к объекту промышленного экспериментального исследования и из априорной информации установить зависимые и независимые величины, влияющие на этот объект и характеризующие его;
- с использованием методов теории вероятностей и математической статистики обработать опытные данные так, чтобы удовлетворить целям и задачам проведения промышленного эксперимента;
- выявить связь между характеристиками объекта экспериментального исследования, построить математическую модель промышленного объекта по опытным данным и проверить ее адекватность;
- использовать современную вычислительную технику и программное обеспечение для обработки экспериментальных данных.

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций.

### **2.1 Дисциплинарная карта компетенции**

<b>Код</b>	<b>Формулировка компетенции</b>
<b>ОПК-7</b>	Готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации

<b>Код</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b>
<b>ОПК-7 Б1.ДВ.05.2</b>	Готовность выбирать средства и методы обработки результатов измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации

### Требования к компонентному составу части компетенции ОПК-7

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции студент:</p> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наиболее важные требования к выбору условий проведения промышленного эксперимента;</li> <li>- основные положения теории вероятностей и математической статистики;</li> <li>- современное состояние теории планирования промышленного эксперимент.</li> </ul>	<p>Лекции. Лабораторные работы Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Опрос. Тестирование Вопросы к зачету</p>
<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сформулировать конкретные цели и задачи проведения промышленного эксперимента, необходимого для удовлетворения конкретных потребностей производства в области обработки металлов давлением;</li> <li>- сформулировать конкретные требования к объекту промышленного экспериментального исследования и из априорной информации установить зависимые и независимые величины, влияющие на этот объект и характеризующие его.</li> </ul>	<p>Лабораторные работы Самостоятельная работа</p>	<p>Отчёты по лабораторным работам Практические задания к зачету</p>

### 2.2 Дисциплинарная карта компетенции

Код	Формулировка компетенции
ПК-2	Способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-2 Б1.ДВ.05.2	Способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы

### Требования к компонентному составу части компетенции ПК-2

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции студент:</p> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методики обработки опытных данных промышленного эксперимента с использованием современных методов теории вероятностей и математической статистики;</li> <li>- методики получения конкретных промышленно значимых технических и технологических выводов и закономерностей.</li> </ul>	<p>Лекции. Лабораторные работы Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Опрос. Тестирование Вопросы к зачету</p>

<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- с использованием методов теории вероятностей и математической статистики обработать опытные данные так, чтобы удовлетворить целям и задачам проведения промышленного эксперимента;</li> <li>- выявить связь между характеристиками объекта экспериментального исследования, построить математическую модель промышленного объекта по опытным данным и проверить ее адекватность;</li> <li>- использовать современную вычислительную технику и программное обеспечение для обработки экспериментальных данных.</li> </ul>	<p>Лабораторные работы Самостоятельная работа</p>	<p>Отчёты по лабораторным работам Практические задания к зачету</p>
--	---	---

### 3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблицах 3.1, 3.2.

#### 3.1 Очная форма обучения

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоемкость, всего		
			Аудиторная (контактная) работа				Итог. конт- роль	СРС	час	ЗЕ		
			Всего	Л	ПЗ	ЛР					КСР	
Модуль 1. Основные понятия промышленного эксперимента			Тема 1. Особенности исследовательских задач, решаемых специалистами ОМД	1	-	-	-	-	-	4	5	-
			Тема 2. Промышленный эксперимент как объект исследования	1	-	-	-	-	-	4	5	-
			Тема 3. Понятие непрерывной случайной величины	5	1	-	4	-	-	4	9	-
			Тема 4. Законы распределения непрерывных случайных величин	5	1	-	4	-	-	4	9	-
			Тема 5. Теория моментов как основной способ формирования числовых характеристик случайных величин	3	2	-	-	1	-	6	9	-
			<b>Итого по модулю:</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	
Модуль 2. Оценка и анализ результатов промышленного эксперимента			Тема 6. Промышленный эксперимент и выборочные методы оценивания	5	1	-	4	-	-	4	9	-
			Тема 7. Статистические гипотезы применительно к промышленному эксперименту	5	1	-	4	-	-	4	9	-
			Тема 8. Процедуры проверки статистических гипотез применительно к промышленному эксперименту	6	2	-	4	-	-	4	10	-
			Тема 9. Однофакторный регрессионный анализ данных промышленного эксперимента	6	2	-	4	-	-	6	12	-
			Тема 10. Многофакторный регрессионный анализ данных промышленного эксперимента	5	1	-	4	-	-	4	9	-
			Тема 11. Корреляционный анализ данных промышленного эксперимента	6	2	-	4	-	6	12	-	

	Тема 12. Дисперсионный анализ данных промышленного эксперимента	6	1	-	4	1	-	4	10	-
	Итого по модулю:	39	10	-	28	1	-	32	71	2
	<b>Промежуточная аттестация:</b>	-	-	-	-	-	Зачет	-	-	-
	<b>Итого за семестр:</b>	54	16	-	36	2	-	54	108	3

### 3.2 Очно-заочная форма обучения

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий						Трудоёмкость, всего			
			Аудиторная (контактная) работа						Итого. конт- роль	СРС	ЗЕ	
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР	час				
Модуль 1. Основные понятия промышленного эксперимента		Тема 1. Особенности исследовательских задач, решаемых специалистами ОМД	1	1	-	-	-	-	4	5	-	
		Тема 2. Промышленный эксперимент как объект исследования	1	1	-	-	-	-	4	5	-	
		Тема 3. Понятие непрерывной случайной величины	5	1	-	4	-	-	4	9	-	
		Тема 4. Законы распределения непрерывных случайных величин	5	1	-	4	-	-	4	9	-	
		Тема 5. Теория моментов как основной способ формирования числовых характеристик случайных величин	3	2	-	-	1	-	-	6	9	-
		<b>Итого по модулю:</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>22</b>	<b>37</b>	<b>1</b>	
Модуль 2. Оценка и анализ результатов промышленного эксперимента	Раздел 3. Статистическое оценивание результатов промышленного эксперимента	Тема 6. Промышленный эксперимент и выборочные методы оценивания	5	1	-	4	-	-	4	9	-	
		Тема 7. Статистические гипотезы применительно к промышленному эксперименту	5	1	-	4	-	-	4	9	-	
		Тема 8. Процедуры проверки статистических гипотез применительно к промышленному эксперименту	6	2	-	4	-	-	-	4	10	-
		Тема 9. Однофакторный регрессионный анализ данных промышленного эксперимента	6	2	-	4	-	-	-	6	12	-
		Тема 10. Многофакторный регрессионный анализ данных промышленного эксперимента	5	1	-	4	-	-	4	9	-	



	Тема 11. Корреляционный анализ данных промышленного эксперимента	6	2	-	4	-	-	6	12	-
	Тема 12. Дисперсионный анализ данных промышленного эксперимента	6	1	-	4	1	-	4	10	-
	Итого по модулю:	<b>39</b>	<b>10</b>	-	<b>28</b>	<b>1</b>	-	<b>32</b>	<b>71</b>	<b>2</b>
	<b>Промежуточная аттестация:</b>	-	-	-	-	-	<b>Зачет</b>	-	-	-
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	-	<b>36</b>	<b>2</b>	-	<b>54</b>	<b>108</b>	<b>3</b>

### 3.4 Перечень тем практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

### 3.5 Перечень тем лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование тем лабораторных работ
1	3	Понятие случайной величины как параметра технологического процесса
2	4	Нормальный закон распределения случайной величины для оценки содержания кремния в чугунах
3	6	Предварительная обработка экспериментальных данных
4	7	Анализ результатов пассивного эксперимента
5	8	Обратная задача теории экспериментальных погрешностей
6	9	Разработка математической модели гидравлического режима четырехзонной печи
7	10	Исследование причин образования расслоений в горячекатаных листах
8	11,12	Компьютерный корреляционный и регрессионный анализ результатов промышленного эксперимента

### 4. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Эксперимент в промышленных исследованиях» студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Приступая к изучению данной дисциплины, необходимо повторить основные положения предыдущих дисциплин: «Метрология, стандартизация и сертификация», «Математика», «Информатика», «Металлургические технологии», «Материаловедение», «Основы технологических процессов обработки металлов давлением».

2. Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. В конспект рекомендуется включать все виды учебной работы: лекции, самостоятельную проработку учебников и рекомендуемых источников.

3. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспекту лекций рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

4. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам, поскольку это способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний. Перед выполнением лабораторных работ необходимо изучить необходимый теоретический материал.

Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра.

5. 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.

#### 4.1 Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

*Тема 1. Особенности исследовательских задач, решаемых специалистами ОМД.*

Целевое назначение курса. Его структура, содержание и место в подготовке специалиста по направлению "Обработка металлов давлением" (ОМД). Специфика исследовательских задач, решаемых специалистами ОМД при проведении промышленных экспериментов, их связь с конкретными технологическими задачами.

*Тема 2. Промышленный эксперимент как объект исследования.*

Виды экспериментальных исследований. Объект экспериментального исследования. Качественный и количественный эксперимент. Факторы и их классификация. Отклик. Функция отклика. Математическая модель промышленного экспериментального объекта исследования.

*Тема 3. Понятие непрерывной случайной величины.*

Технологические причины и условия наблюдения случайных величин в промышленных исследованиях. Виды случайных величин: непрерывные и дискретные случайные величины.

Понятие непрерывной случайной величины. Различные способы описания непрерывных случайных величин. Понятие функции распределения. Понятие плотности распределения. Числовые параметры распределения. Связь значений случайной величины и значений числовых параметров распределения. Понятие квантили порядка  $P$ .

*Тема 4. Законы распределения непрерывных случайных величин.*

Построение эмпирического графика функции распределения непрерывной случайной величины по опытным данным. Построение эмпирического графика плотности распределения непрерывной случайной величины по опытным данным.

Теоретические законы распределения непрерывных случайных величин. Нормальный закон распределения. Функция Гаусса. Плотность нормального закона распределения. Числовые параметры нормального закона распределения и их смысл и свойства. Операция нормирования. Нормированный нормальный закон распределения. Числовые параметры нормированного нормального распределения. Использование нормированного нормального распределения для расчета вероятности обнаружения случайной величины в заданном диапазоне значений. Законы распределения непрерывной случайной величины связанные с нормальным законом распределения. Распределение Пирсона. Распределение Стьюдента. Распределение Фишера.

*Тема 5. Теория моментов как основной способ формирования числовых характеристик случайных величин.*

Начальные моменты  $k$ -го порядка и их назначение. Центральные моменты  $k$ -го порядка и их назначение. Смешанные моменты.

Числовые характеристики непрерывной случайной величины и их расчет на основе теории моментов. Математическое ожидание непрерывной случайной величины. Мода. Дисперсия и среднее квадратическое (стандартное) отклонение непрерывной случайной величины. Коэффициент вариации. Асимметрия и эксцесс.

*Тема 6. Промышленный эксперимент и выборочные методы оценивания.*

Промышленный эксперимент и выборочные методы оценивания. Генеральная совокупность, выборка, объем выборки. Оценивание, оценка. Случайный характер оценок. Требования, предъявляемые к оценкам. Состоятельная, несмещенная и эффективная оценка.

Точечное оценивание. Точечные оценки основных числовых характеристик непрерывных случайных величин. Интервальное оценивание. Доверительный интервал, доверительная вероятность. Построение доверительного интервалов для практически значимых числовых характеристик непрерывных случайных величин.

*Тема 7. Статистические гипотезы применительно к промышленному эксперименту.*

Нулевая и альтернативная гипотезы. Статистический критерий, статистика. Критическая область и ее трактовка применительно к промышленному эксперименту. Ошибка первого и второго рода, уровень значимости, мощность критерия. Критерии согласия.

Инеродные значения. Типовые статистические ошибки промышленного эксперимента. Резко выделяющиеся значения. Критерии для исключения инородных, резко выделяющихся значений, грубых ошибок (критерий В.С.Смирнова).

*Тема 8. Процедуры проверки статистических гипотез применительно к промышленному эксперименту.*

Критерий для сравнения неизвестной генеральной дисперсии нормально распределенной генеральной совокупности экспериментальных данных с известной или числом (критерий Пирсона). Критерий для сравнения двух неизвестных генеральных дисперсий для нормально распределенных совокупностей экспериментальных (критерий Фишера). Критерии для сравнения ряда неизвестных генеральных дисперсий для нормально распределенных совокупностей экспериментальных (критерии Бартлета и Кохрена).

Критерии для сравнения неизвестного математического ожиданий нормально распределенной генеральной совокупности экспериментальных данных с известным или числом (критерии Лапласа и Стьюдента). Критерий для сравнения двух неизвестных математических ожида-

ний для нормально распределенных совокупностей экспериментальных данных (критерий Стьюдента).

Критерии согласия. Параметрические и непараметрические критерии согласия. Критерии согласия, используемые при больших объемах выборок, их мощность и область применения. Критерий Пирсона, выбор числа интервалов и группировка исходных данных, статистика и построение критической области. Приближенные критерии согласия с нормальным законом распределения, используемые при малых объемах выборок.

*Тема 9. Однофакторный регрессионный анализ данных промышленного эксперимента.*

Системная модель объекта промышленного эксперимента. Математическая модель объекта исследования. Стохастическая связь между откликом и фактором. Уравнение регрессии и скедастическая зависимость. Генеральное и выборочное уравнения регрессии. Цели и задачи регрессионного анализа данных промышленного эксперимента. Модель регрессионного анализа первого порядка для случая одной независимой величины. Геометрическая интерпретация задачи регрессионного анализа.

Методы расчета оценок коэффициентов генерального уравнения регрессии для однофакторного случая. Построение эффективных состоятельных и несмещенных оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов для однофакторного случая. Предпосылки и ограничения регрессионного анализа. Проверка статистической значимости уравнения регрессии. Проверка линейности уравнения регрессии. Проверка статистической значимости выборочных коэффициентов уравнения регрессии для однофакторного случая.

*Тема 10. Многофакторный регрессионный анализ данных промышленного эксперимента.*

Системная модель объекта эксперимента. Матрица результатов наблюдений. Математическая модель объекта исследования для случая нескольких независимых величин. Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам. Построение оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов, система нормальных линейных уравнений и ее решение в матричной форме. Проверка статистической значимости уравнения регрессии. Проверка линейности уравнения регрессии. Проверка статистической значимости коэффициентов уравнения регрессии.

*Тема 11. Корреляционный анализ данных промышленного эксперимента.*

Сущность корреляционных связей между взаимно зависимыми и взаимно независимыми случайными величинами. Корреляционная зависимость. Теснота (сила, мощность) корреляционной связи. Показатели мощности корреляционной связи.

Генеральный и выборочный коэффициенты парной корреляции и их свойства. Классификация силы корреляционной связи по абсолютному значению коэффициента парной корреляции. Проверка статистической значимости коэффициента парной корреляции в рамках линейной зависимости между нормально распределенными случайными величинами.

Генеральный и выборочный коэффициенты множественной корреляции, их сущность и свойства. Классификация силы корреляционной связи по значению коэффициента множественной корреляции. Проверка статистической значимости коэффициента множественной корреляции в рамках линейной зависимости между нормально распределенными случайными величинами.

*Тема 12. Дисперсионный анализ данных промышленного эксперимента.*

Количественный и качественный факторы, задачи дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Таблица исходных данных. Предварительная обработка исходных данных и проверка предпосылок дисперсионного анализа. Полная (общая) сумма квадратов, основное тождество разложения дисперсий. Сумма квадратов между сериями и квадратов внутри серии (остаточная). Схема однофакторного дисперсионного анализа. Дисперсионное отношение и критическая область. Степень вариации (изменчивости) математических ожиданий между сериями, вызванная влиянием исследуемого фактора. Схема двухфакторного дисперсионного анализа.

## 4.2 Виды самостоятельной работы студентов

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов (СРС)	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	4
2	Изучение теоретического материала	4
3	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
4	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
5	Изучение теоретического материала	6
6	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
7	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
8	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
9	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
10	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
11	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
12	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2
Итого: в АЧ / в ЗЕ		54/1,5 ЗЕ

## 4.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Дисциплина базируется на модульной технологии обучения. Лекции предполагают использование мультимедийных презентаций, способствующих более заинтересованному усвоению информации.

Для проведения лабораторных работ используются активные и интерактивные методы, а также решение профессионально-ориентированных задач.

Проведение лабораторных работ направлено на реализацию следующих задач обучения:

- понимание студентами теоретических основ, на которых базируются лабораторные работы, т.е. понимание связи теории и практической деятельности;
- формирование умения самостоятельной работы со специальной, технической, нормативной и справочной литературой;
- формирование интереса к самостоятельному поиску требуемой информации;
- развитие профессионального мышления в ходе подготовки и проведении лабораторных работ;
- формирование навыков самостоятельной работы в рамках изучаемой дисциплины.

Технологии организации самостоятельной работы основываются на использовании учебной и справочной литературы, а также интернет-ресурсов (справочные пособия, лекции-презентации), учебники.

## 5 Фонд оценочных средств дисциплины

### 5.1. Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в следующих формах:

- теоретический опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- тестирование (модуль 1, 2).
- защита отчётов по лабораторным работам.

### 5.2. Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

#### а) Экзамен

Не предусмотрен.

#### б) Зачет

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и промежуточного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ, положительная интегральная оценка по результатам текущего и промежуточного контроля.

Студенты, имеющие неудовлетворительные оценки по текущему контролю или не сдавшие отчёты по лабораторным работам должны ликвидировать указанные задолженности прежде, чем они будут допущены к процедуре приёма зачёта.

#### Перечень типовых вопросов для подготовки к зачету

1. Виды экспериментальных исследований. Объект экспериментального исследования.
2. Качественный и количественный эксперимент.
3. Факторы и их классификация. Отклик. Функция отклика.
4. Математическая модель промышленного экспериментального объекта исследования.
5. Технологические причины и условия наблюдения случайных величин в промышленных исследованиях.
6. Виды случайных величин: непрерывные и дискретные случайные величины.
7. Понятие непрерывной случайной величины. Различные способы описания непрерывных случайных величин.
8. Понятие функции распределения. Понятие плотности распределения. Числовые параметры распределения.
9. Построение эмпирического графика функции распределения непрерывной случайной величины по опытным данным.
10. Теоретические законы распределения непрерывных случайных величин. Нормальный закон распределения. Функция Гаусса.
11. Нормированный нормальный закон распределения. Числовые параметры нормированного нормального распределения.
12. Законы распределения непрерывной случайной величины связанные с нормальным законом распределения.
13. Распределение Пирсона.
14. Распределение Стьюдента.
15. Распределение Фишера
16. Начальные моменты  $k$ -го порядка и их назначение. Смешанные моменты.
17. Числовые характеристики непрерывной случайной величины и их расчет на основе теории моментов.
18. Математическое ожидание непрерывной случайной величины.
19. Дисперсия и среднее квадратическое (стандартное) отклонение непрерывной случайной величины.
20. Промышленный эксперимент и выборочные методы оценивания.
21. Оценивание, оценка. Случайный характер оценок. Требования, предъявляемые к оценкам.

22. Точечное оценивание. Точечные оценки основных числовых характеристик непрерывных случайных величин.
23. Интервальное оценивание Доверительный интервал, доверительная вероятность. Построение доверительного интервалов.
24. Критерий для сравнения неизвестной генеральной дисперсии нормально распределенной генеральной совокупности экспериментальных данных с известной или числом (критерий Пирсона).
25. Критерий для сравнения двух неизвестных генеральных дисперсий для нормально распределенных совокупностей экспериментальных (критерий Фишера).
26. Критерии для сравнения ряда неизвестных генеральных дисперсий для нормально распределенных совокупностей экспериментальных (критерии Бартлетта и Кохрена).
27. Критерий для сравнения двух неизвестных математических ожиданий для нормально распределенных совокупностей экспериментальных данных (критерий Стьюдента).
28. Системная модель объекта промышленного эксперимента.
29. Математическая модель объекта исследования. Стохастическая связь между откликом и фактором.
30. Уравнение регрессии и скадастическая зависимость.
31. Цели и задачи регрессионного анализа данных промышленного эксперимента.
32. Модель регрессионного анализа первого порядка для случая одной независимой величины. Геометрическая интерпретация задачи регрессионного анализа.
33. Методы расчета оценок коэффициентов генерального уравнения регрессии для однофакторного случая.
34. Проверка статистической значимости уравнения регрессии.
35. Проверка линейности уравнения регрессии.
36. Проверка статистической значимости выборочных коэффициентов уравнения регрессии для однофакторного случая.
37. Системная модель объекта эксперимента. Матрица результатов наблюдений.
38. Математическая модель объекта исследования для случая нескольких независимых величин.
39. Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам.
40. Построение оценок коэффициентов регрессии по методу наименьших квадратов, система нормальных линейных уравнений и ее решение в матричной форме.
41. Проверка статистической значимости уравнения регрессии. Проверка линейности уравнения регрессии.
42. Сущность корреляционных связей между взаимно зависимыми и взаимно независимыми случайными величинами. Корреляционная зависимость.
43. Количественный и качественный факторы, задачи дисперсионного анализа.
44. Однофакторный дисперсионный анализ. Таблица исходных данных.
45. Схема двухфакторного дисперсионного анализа.

**6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**6.1 Карта обеспеченности учебно-методической литературой дисциплины «Эксперимент в промышленных исследованиях»**

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Кол-во экз. в библ.	Основной лектор
22.03.03	7	13 чел.	<p align="center"><b>Основная литература</b></p> <p>1. Рогов В.А. Методика и практика технических экспериментов: учеб. пособие / В.А. Рогов, Г.Г. Позняк. - М.: Академия, 2005. - 288 с.</p> <p>2. Соловьев В.П. Организация эксперимента : учеб. пособие / В.П. Соловьев, Е.М. Богатов. - Старый Оскол : ТНТ, 2012. - 256 с.</p> <p>3. Кучеряев, Б.В. Моделирование процессов и объектов в металлургии. Моделирование и оптимизация процессов листовой прокатки: учеб. пособие / Б.В. Кучеряев, В.Б. Крахт, П.Ю. Соколов. - М.: МИСиС, 2009. - 63 с.</p> <p>4. Барботько А. И. Основы теории математического моделирования: учеб. пособие для студентов вузов. – Старый Оскол: ТНТ, 2008.</p> <p align="center"><b>Дополнительная литература</b></p> <p>1. Самарский А.А. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры/ А.А. Самарский, А.П. Михайлов. -2-е изд., испр. –М.: Физматлит, 2001.</p> <p>2. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике: учебник для вузов/ В.С. Зарубин; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - М.: МГТУ им. Баумана, 2001. - 496 с.</p> <p>3. Щеткин, Борис Николаевич. Математическое моделирование и анализ технико-эколого-экономической системы [Текст]: монография / Б.Н. Щеткин. - Пермь: АНО ВО Перм. ин-т экономики и финансов, 2014. - 244 с.: ил.</p> <p>4. Тихонов, А.Н. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении / А.Н. Тихонов, В.Д. Кальнер, В.Б. Гласко. - М.: Машиностроение, 1990. - 264 с.</p> <p align="center"><b>Электронные ресурсы</b></p> <p>1. Монаков, А.А. Математическое моделирование радиотехнических систем / А.А. Монаков. – Электрон. версия учеб. пособия. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 147 с. Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76276">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76276</a>. по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ.</p>	5 5 10 5 6 5 5 4 ЭР	Сошина Т.О.



22.03.03	7	13 чел.	2. Цаплин, А.И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии / А.И. Цаплин, И.Л. Никулин; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Электрон. версия учеб. пособия. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. - 299 с. Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=478">http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=478</a> , свободный.	ЭР	Сошина Т.О.
			3. Крюков, А.Ю. Математическое моделирование процессов в машиностроении / А.Ю. Крюков, Б.Ф. Потапов; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Электрон. версия учеб. пособия. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. - 322 с. – Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/docview/?id=2936.pdf">http://elib.pstu.ru/docview/?id=2936.pdf</a> , свободный.	ЭР	
			4. Саулин Д.В. Математическое моделирование химико-технологических систем / Д.В. Салин; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Электрон. версия конспекта лекций. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2016. – 80 с. – Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/docview/?id=3013.pdf">http://elib.pstu.ru/docview/?id=3013.pdf</a> , свободный.	ЭР	
			5. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" / Н.А. Самойлов. – Электрон. версия учеб. пособия. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 169 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37356">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37356</a> , по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ.	ЭР	
			6. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов / А.М. Гумеров. – Электрон. версия учеб. пособия. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 176 с. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41014">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41014</a> , по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ.	ЭР	
			7. Кудинов, И.В. Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях / И.В. Кудинов, В.А. Кудинов, А.В. Еремин и др.. – Электрон. версия учеб. пособия. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 208 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56168">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56168</a> , по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ.	ЭР	
			8. Пойлов В.З, Основы научных и инженерных исследований / В.З. Пойлов; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Электрон. версия учеб. пособия. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2008.-Режим доступа: <a href="http://lib.pstu.ru/elib">http://lib.pstu.ru/elib</a> , свободный.	ЭР	
			9. Математическая обработка результатов эксперимента / Г.Б. Лялькина, О.В. Бердышев; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. - Электрон. версия учеб. пособия. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.-Режим доступа: <a href="http://lib.pstu.ru/elib">http://lib.pstu.ru/elib</a> , свободный.	ЭР	

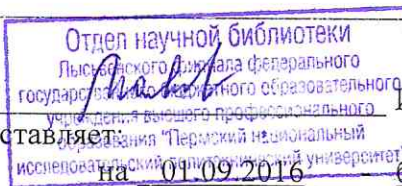
**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. отделом научной библиотеки \_\_\_\_\_

Книгообеспеченность дисциплины составляет:

- основной учебной литературой:

- дополнительной учебной литературой:



И.А. Малофеева

на 01.09.2016

более 1 экз/обуч.

(число, месяц, год)

(экз. на 1 обучаемого)

на 01.09.2016

- более 1 экз/обуч.

(число, месяц, год)

(экз. на 1 обучаемого)

## 6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.elibrary.ru> - Российская электронная научная библиотека

## 6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролируемые программы

Таблица 6.3.1 – Программное обеспечение

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	ЛР	Microsoft Office Профессиональный плюс 2007	42661567	Выполнение ЛР

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

1. <http://www.sciencedirect.com> - Поисковая система публикаций научных изданий
2. <http://www.springerlink.com> – Поисковая система издательства научно-технической литературы Springer
3. <http://www.dissercat.com> – Поисковая система диссертационных работ
4. <http://www.wirenet.org> – Справочный файл международной организации производителей проволоки  
<http://titan-association.com> – справочный сайт российской ассоциации производителей продукции из титановых сплавов.
5. <http://www.matweb.com> – Электронный справочник по механическим свойствам материалов в формате стандартов ASTM
6. <http://www.copper.org/> - Справочная служба Ассоциации развития медной промышленности (The Copper Development Association Inc.)
7. <http://www.ingentaconnect.com> - Поисковая система зарубежных научно-технических журналов
8. <http://ru.wikipedia.org> - Свободная энциклопедия
9. <http://www.busbymetals.com> - Справочный сайт фирмы-дистрибутора цветных металлов Busby Metals, Inc.
10. <http://www.alcoa.com/adip/catalog> - Справочный сайт фирмы ALCOA
11. <http://www.titanium.org> - Справочный сайт International Titanium Association

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

**7.1. Специализированные лаборатории и классы**

№ пп	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ТД	301С	70,2	15

**7.2 Основное учебное оборудование**

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	Проектор Benq	1	Оперативное управление	301 С
2	Персональный компьютер "Style"	16		
3	Колонки активные Microlab Pro2	1		
4	доска аудиторная для написания мелом	1		
5	Телевизор SAMSUNG CS-29Z47HSQ	1		

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		