Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.6 Планирование и организация эксперимента в сфере техносферной безопасности»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

Промышленная безопасность и производственный контроль
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.6 Планирование и организация эксперимента в сфере техносферной безопасности*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра механики материалов, конструкций и машин
наименование кафедры

протокол № 13 от "_16_" марта 2026 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра механики материалов, конструкций и машин _____ Е.В. Пояркова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Заведующий кафедрой механики материалов, конструкций и машин _____ Е.В. Пояркова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Доцент кафедры механики материалов, конструкций и машин _____ О.А. Фролова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Старший преподаватель кафедры механики материалов, конструкций и машин _____ Е.С. Тулибаев
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность _____ Е.В. Пояркова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института
_____ А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Пояркова Е.В., 2026
© Фролова О.А., 2026
© Тулибаев Е.С., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины:

Формирование у обучающихся системы знаний, умений и навыков в области планирования, организации и проведения экспериментальных исследований в сфере техносферной безопасности, необходимых для выявления, анализа и оптимизации факторов, влияющих на безопасность технологических процессов и промышленных объектов.

Задачи:

1. Изучение базовых понятий и принципов планирования эксперимента в контексте техносферной безопасности, включая цели, этапы и методы идентификации значимых факторов.
2. Овладение методиками выбора планов экспериментов (ПФЭ, ДФЭ, ЦКП и других), определения уровней факторов и проведения экспериментальных исследований.
3. Формирование умений анализа и интерпретации результатов экспериментов с применением статистических методов, построения математических моделей и формулирования обоснованных выводов.
4. Применение полученных знаний и навыков для выявления, анализа и оптимизации факторов, влияющих на безопасность технологических процессов и промышленных объектов.
5. Развитие способности к поиску, анализу и применению научной информации, а также к работе в команде при проведении исследований.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Основы научной деятельности в сфере техносферной безопасности, Б1.Д.Б.18 Механика материалов и конструкций*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.18 Техническая диагностика и контроль качества, Б2.П.Б.П.1 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.1 Технологическая (проектно-технологическая) практика, Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-2 Способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	ПК*-2-В-1 Знает основные методы исследования, том числе экспериментальных в области техносферной безопасности ПК*-2-В-2 Умеет анализировать источники литературы для проведения исследования, том числе экспериментальных; разрабатывать планы и программы проведения исследований и технических разработок в области техносферной безопасности	**Знать:** − основные методы исследований в области техносферной безопасности, в том числе экспериментальных (акцент на планировании эксперимента); − теоретические основы планирования экспериментов (цели, задачи, этапы); − различные типы планов экспериментов (полный факторный, дробный факторный, центральный композиционный и др.) и их области применения; − методы выбора и обоснования уровней факторов; − методы анализа и интерпретации результатов экспериментов;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	ПК*-2-В-3 Владеет навыками проведения исследований, в том числе экспериментальных в области безопасности технологических процессов и производств	– нормативные документы и стандарты в области техносферной безопасности, регламентирующие проведение экспериментальных исследований. **Уметь:** – анализировать источники литературы и нормативные документы для планирования и проведения исследований в области техносферной безопасности; – формулировать цели и задачи экспериментальных исследований; – выбирать адекватные планы экспериментов в зависимости от поставленных задач и имеющихся ресурсов; – определять и обосновывать выбор факторов и их уровней для проведения экспериментов; – проводить эксперименты в соответствии с разработанным планом; – обрабатывать и анализировать результаты экспериментов с использованием статистических методов; – интерпретировать результаты экспериментов и формулировать выводы; – разрабатывать рекомендации по оптимизации процессов и повышению безопасности на основе результатов экспериментов. **Владеть:** – навыками планирования и организации экспериментальных исследований в области техносферной безопасности; – методами выбора факторов и уровней факторов; – методами работы с различными планами экспериментов; – навыками анализа и интерпретации экспериментальных данных с использованием специализированного программного обеспечения (если предполагается); – методами представления результатов экспериментальных исследований в виде отчетов, презентаций и научных публикаций; – навыками принятия решений на основе результатов экспериментальных исследований.
ПК*-5 Способен идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание,	ПК*-5-В-1 Знает основы математического и компьютерного моделирования; современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и конструкций	**Знать:** – основы математического и компьютерного моделирования; – принципы построения и интерпретации математических моделей; – методы определения физической сущности экспериментальных данных; – критерии оценки адекватности математических моделей.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять моделирование технических устройств и процессов	ПК*-5-В-2 Умеет разрабатывать математические модели процессов, интерпретировать математические модели нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели; применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования конструкций и оборудования опасных производственных объектов; осуществлять компьютерное моделирование технических устройств и процессов ПК*-5-В-3 Владеет навыками определения физической сущности экспериментальных данных; формирования качественных выводов из количественных данных полученных по рабочим моделям; навыками применения систем автоматизированного проектирования для решения профессиональных задач	**Уметь:** − разрабатывать математические модели процессов и объектов техносферной безопасности; − интерпретировать математические модели в нематематическом содержании; − описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность; − определять допущения и границы применимости модели; − осуществлять компьютерное моделировние технических устройств и процессов; − делать качественные выводы из количественных данных. **Владеть:** − навыками определения физической сущности экспериментальных данных; − навыками формирования качественных выводов из количественных данных, полученных по рабочим моделям; − навыками верификации и валидации математических моделей; − навыками интерпретации результатов моделирования и их использования для оптимизации процессов и повышения безопасности.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**34,25**	**34,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- выполнение типовых заданий;* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**73,75**	**73,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**диф. зач.**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы планирования эксперимента в техносферной безопасности	36	6	6		24
2	Применение планов экспериментов в техносферной безопасности	36	6	6		24
3	Анализ и интерпретация результатов эксперимента	36	6	4		26
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	108	18	16		74

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основы планирования эксперимента в техносферной безопасности

Тема 1.1. Введение в планирование эксперимента. Основные понятия и определения

Цели и задачи экспериментальных исследований в техносферной безопасности: идентификация факторов, оценка значимости, построение математических моделей, оптимизация процессов, проверка гипотез.

Основные понятия: факторы (управляемые, неуправляемые), уровни факторов (количественные, качественные), отклик, шум, план эксперимента.

Этапы планирования эксперимента: определение цели, выбор факторов и уровней, выбор плана, проведение эксперимента, анализ результатов, интерпретация.

Тема 1.2. Выбор факторов и уровней факторов

Методы определения значимых факторов: мозговой штурм, диаграммы Исикавы (причинно-следственные диаграммы), анализ Парето, экспертные оценки.

Типы факторов: количественные и качественные.

Выбор уровней факторов: обоснование выбора минимального и максимального значений, принципы кодирования уровней.

Учет ограничений, накладываемых на уровни факторов.

Тема 1.3. Обзор планов экспериментов

Классификация планов экспериментов.

Краткий обзор: ПФЭ, ДФЭ, ЦКП. Принципы их построения и области применения.

Преимущества и недостатки различных планов.

Критерии выбора плана эксперимента: цель исследования, число факторов, ресурсы.

Раздел 2. Применение планов экспериментов в техносферной безопасности

Тема 2.1. Полный факторный эксперимент (ПФЭ)
Описание ПФЭ. Преимущества и недостатки.
Планирование ПФЭ для двух и трех факторов. Матрица планирования. Расчет числа опытов.

Тема 2.2. Дробный факторный эксперимент (ДФЭ)
Описание ДФЭ. Применение при большом числе факторов.
Определяющее соотношение. Матрица планирования ДФЭ (для 3 факторов, 1/2 реплика). Расчет числа опытов.
Проблема смешивания эффектов (объяснение на уровне понимания).

Тема 2.3. Центральный композиционный план (ЦКП)
Описание ЦКП. Применение для построения моделей второго порядка.
Матрица планирования ЦКП (пример для двух факторов). Расчет числа опытов.

Раздел 3. Анализ и интерпретация результатов эксперимента

Тема 3.1. Методы анализа результатов эксперимента
Оценка значимости факторов: дисперсионный анализ, регрессионный анализ.
Построение математических моделей: линейные, нелинейные.
Анализ остатков. Проверка адекватности модели.

Тема 3.2. Интерпретация результатов и оптимизация процесса
Интерпретация полученных моделей и определение оптимальных значений факторов.
Оптимизация процесса: поиск максимальных/минимальных значений отклика.
Подтверждение оптимальных условий экспериментальным путем.

Тема 3.3. Применение планирования эксперимента в задачах техносферной безопасности.
Примеры применения планирования эксперимента в задачах оценки рисков, повышения надежности оборудования, оптимизации систем вентиляции и др.
Рекомендации по использованию различных планов экспериментов в задачах надежности и диагностики.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Определение целей и задач эксперимента в конкретной задаче техносферной безопасности.	2
2	1	Выбор факторов и уровней факторов для заданного процесса в техносферной безопасности	2
3	1	Сравнение различных планов экспериментов и выбор оптимального для конкретной задачи	2
4	2	Планирование и расчет ПФЭ для заданной системы в техносферной безопасности	2
5	2	Планирование и расчет ДФЭ для заданной системы в техносферной безопасности.	2
6	2	Планирование и расчет ЦКП для заданной системы в техносферной безопасности.	2
7	3	Анализ результатов ПФЭ или ДФЭ с использованием статистических методов.	2
8	3	Оптимизация процесса в техносферной безопасности на основе полученных моделей.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Ковриков, И. Т. Основы научных исследований и УНИРС [текст] : учебник / И. Т. Ковриков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. экономики и орг. пр-ва.- 3-е изд. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2011. - 212 с.

2. Боброва, В. В. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по программам высшего образования по специальности 38.05.02 Таможенное дело / В. В. Боброва; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.65 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2021. - 119 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/150018_20210629.pdf - ISBN 978-5-7410-2616-8.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Щурин, К. В. Методика и практика планирования и организации эксперимента [Электронный ресурс] : практикум / К. В. Щурин, Д. А. Косых; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т». – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.17 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2012. – 185 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3285_20121002.pdf

5.2.2 Математическое моделирование [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 20.03.01 Техносферная безопасность / сост.: Н. А. Морозов, А. А. Гаврилов; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т», каф. механики материалов, конструкций и машин. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.68 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2024. – 20 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/203188_20240424.pdf

5.4.4 Летута, С. Н. Обработка результатов эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / С.Н. Летута, А.А. Чакак; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т», каф. общ. физики. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.38 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2005. – 43 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0 - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/1099_20110804.pdf

5.4.5Морозов, Н. А. Проверка статистических гипотез [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.04.01 Машиностроение, 20.04.01 Техносферная безопасность / Н. А. Морозов; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т», каф. механики материалов, конструкций и машин. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.06 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2019. – 31 с. - Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0. – Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/me-tod_all/93735_20190423.pdf

5.4.6 Морозов, Н. А. Определение доверительных интервалов [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.04.01 Машиностроение, 20.04.01 Техносферная безопасность / Н. А. Морозов; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т», каф. механики материалов, конструкций и машин. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.96 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2019. – 25 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/me-tod_all/93733_20190423.pdf

5.4.7 Практические рекомендации по планированию эксперимента: основные этапы [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

/ сост.: Е. В. Пояркова, В. О. Нефедова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. механики материалов, конструкций и машин. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.46 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2025. - 33 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/221348_20250320.pdf

5.4.8 Практические рекомендации по планированию эксперимента: выбор факторов и их уровней [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование / сост. Е. В. Пояркова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. механики материалов, конструкций и машин. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.76 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2025. - 47 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/221349_20250320.pdf

5.3 Периодические издания

5.3.1 Наука и техника : журнал. − Минск : БНТУ, 2014. − № 1-6, 2015. − № 1-6, 2016. − № 1-6, 2017. − № 1-6, 2020. − №1-6, 2021. − № 1-6, 2022. − № 1-6.

5.3.2 Справочник. Инженерный журнал : журнал. − Москва : Агентство "Роспечать", 2019. − № 1-4, 2020. − №1-6, 2021. − № 1-6, 2022. − № 1-6, 2023. − № 1-6, 2024. − № 1-6, 2025. − № 1-6.

5.3.3 Приложение к журналу "Справочник. Инженерный журнал" : журнал. − Москва : Агентство "Роспечать", 2019. − № 1-4, 2020. − №1-6, 2021. − № 1-6, 2022. − № 1-6, 2026. − № 1-6.

5.3.4 Приборы и техника эксперимента : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2021.

5.4 Интернет-ресурсы

5.4.1 http://window.edu.ru/ − информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

5.4.2 https://www.elibrary.ru/ − научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

5.4.3 https://cyberleninka.ru/ − научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science) КиберЛенинка.

5.4.4 http://www.methodolog.ru/ − сайт, посвященный методологии научных исследований.

5.4.5 https://openedu.ru/course/mephi/mephi_pie/?session=spring_2025 – «Планирование инженерного эксперимента» : онлайн-курс Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» на платформе «Открытое образование» (дата обращения 19.02.2025).

5.4.6 https://openedu.ru/course/mephi/mephi_oori/?session=spring_2025 – «Основы обработки результатов измерений» : онлайн-курс Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» на платформе «Открытое образование» (дата обращения 19.02.2025).

5.4.7 https://stepik.org/course/29577/promo – «Методы планирования эксперимента» : онлайн-курс на платформе Stepik (дата обращения 11.04.2026).

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1. Операционная система РЕД ОС.

5.5.2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование».

5.5.4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: https://browser.yandex.ru.

5.5.5. Бесплатное средство просмотра файлов PDF - Adobe Reader.

5.5.6. Kaspersky Endpoint Security.

5.5.7. Свободный файловый архиватор - 7-Zip.

5.5.8. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0.

5.5.9. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для

ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

5.5.10. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2026].

5.5.11. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru.

5.5.12. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ