

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФЭАТ

А.С. Баранов

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.1.2 «Планирование эксперимента в двигателестроении»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.03.03  
Энергетическое машиностроение**

Направленность (профиль, специализация): **Двигатели внутреннего сгорания**

Статус дисциплины: **элективные дисциплины (модули)**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	А.П. Сеначин
Согласовал	Зав. кафедрой «ДВС»	А.Е. Свистула
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Е. Свистула

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-1	Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ПК-1.1	Разрабатывает техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе использованием систем автоматизированного проектирования
		ПК-1.2	Описывает закономерности процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности
		ПК-1.3	Выполняет расчеты элементов объектов профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Высшая математика, Информатика, Термодинамика, Физика, Химия
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Конструирование двигателей, Основы научных исследований и испытаний двигателей, Системы двигателей, Теория рабочих процессов поршневых двигателей, Эксплуатация и ремонт ДВС

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	16	32	0	96	62

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 7**

**Лекционные занятия (16ч.)**

- 1. Основные характеристики случайных величин {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,6,7]** Определение закономерностей процессов случайных величин в энергомашиностроении. Аксиомы теории вероятностей. Законы распределения. Числовые характеристики. Свойства математического ожидания и дисперсии. Равномерное распределение. Нормальное распределение. Системы случайных величин. Стохастическая связь.
- 2. Определение параметров функции распределения {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,6,7]** Определение закономерностей процессов генеральных совокупностей и случайных выборок. Метод максимального правдоподобия. Оценка математического ожидания и дисперсии. Классификация ошибок измерения. Закон сложения ошибок. Ошибки косвенных измерений. Определение дисперсии по текущим измерениям. Доверительные интервалы и доверительная вероятность. Проверка статистических гипотез. Оценка математического ожидания нормально распределенной случайной величины. Оценка дисперсии нормально распределенной случайной величины. Сравнение двух дисперсий. Сравнение нескольких дисперсий. Сравнение двух средних. Проверка однородности результатов измерений. Сравнение выборочного распределения и распределения генеральной совокупности. Критерий согласия. Критерий Вилькоксона. Проверка гипотезы нормальности по совокупности малых выборок.
- 3. Дисперсионный анализ {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,6,7]** Выполнение расчёта задачи дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе. Латинские и гипер-греко-латинские квадраты. Латинские кубы.
- 4. Методы корреляционного и регрессионного анализов {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[5,6,7]** Определение закономерностей процессов при определении выборочного коэффициента корреляции. Коэффициенты частной корреляции. Приближенная регрессия. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия от одного параметра. Параболическая регрессия. Полиномы Чебышева. Трансцендентная регрессия. Оценка тесноты нелинейной связи. Метод множественной корреляции. Регрессионный анализ в матричной форме. Метод группового учета аргументов. Метод главных компонент.
- 5. Обработка экспериментальных данных {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,5,6]** Разработка технической документации при обработке результатов экспериментов. Метод наименьших квадратов. Ортогональное уравнение парной регрессии для аппроксимации экспериментальных данных
- 6. Планирование эксперимента при испытаниях двигателей внутреннего сгорания {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,5,6,7,8]** Разработка технической

документации по результатам спланированных экспериментов при испытаниях двигателей внутреннего сгорания. Метод симплекс решеток. Симплекс-решетчатые планы Шеффе. Симплекс-центроидное планирование. Планирование эксперимента при исследовании локальных участков диаграмм. D-оптимальные планы. Планы с минимизацией систематического смещения.

**7. Методы планирования экстремальных экспериментов {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,5,6,7]** Определение закономерностей процессов полного факторного эксперимента. Дробные реплики. Оптимизация методом крупного восхождения по поверхности отклика. Описание области, близкой к экстремуму. Композиционные планы Бокса - Уилсона. Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка Бокса-Хантера. Критерии оптимальности планов. Исследование поверхности отклика. Функция желательности. Сложные планы. Факторный эксперимент  $2^{2k}$ , совмещенный с латинским квадратом. Метод последовательного симплекс-планирования. Ортогональные насыщенные планы Плакетта-Бермана. Отсеивающие эксперименты. Метод случайного баланса. Планирование эксперимента при определении констант уравнений формальной кинетики. Планирование эксперимента в производственных условиях.

**8. Оптимизация. Исследование поверхностей. Задачи оптимизации {лекция-пресс-конференция} (2ч.)[4,5,6,7,8]** Выполнение расчёта задачи оптимизации методом крутого восхождения по поверхности отклика. Исследование поверхности отклика. Решение задач оптимизации

#### **Лабораторные работы (32ч.)**

**1. Проверка статистических гипотез {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (8ч.)[1,2]** Выполнение расчёта по проверке статистических гипотез

**2. Проверка однородности результатов измерений {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (8ч.)[1,2]** Выполнение расчёта по проверке однородности результатов измерений

**3. Метод наименьших квадратов и ортогональной парной регрессии {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (8ч.)[1,3]** Выполнение расчёта методом наименьших квадратов и ортогональной парной регрессии

**4. Полный факторный эксперимент {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (8ч.)[1,2]** Выполнение расчёта уравнения регрессии в полном факторном эксперименте

#### **Самостоятельная работа (96ч.)**

**1. СРС {использование общественных ресурсов} (80ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11]**  
Подготовка к лекциям и лабораторным работам

**2. СРС {использование общественных ресурсов} (16ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11]**

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Грин, В.М. Практикум по курсу "Планирование, обработка и анализ эксперимента": практикум / В.М. Грин. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. - 48 с. — ISBN 5-7568-0683-0. — Текст: электронный // АлтГТУ : электронная библиотечная система. — URL: [http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Grin\\_prakt.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/Grin_prakt.pdf) (дата обращения: 14.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Грин, В.М. Основы инженерного эксперимента: учебное пособие / В.М. Грин; Алт. Гос. Техн. Ун-т им. И.И. Ползунова. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2007. — 44 с. — ISBN 5-7568-0683-0. — Текст: электронный // АлтГТУ : электронная библиотечная система. — URL: <http://elib.altstu.ru/eum/download/kirs/grin-osnov.pdf> (дата обращения: 14.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Сеначин, А. П. Моделирование физико-химических процессов и горения в энергоустановках. Книга I. Теория : учебное пособие / А. П. Сеначин, А.А. Брютов, П. К. Сеначин / Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова; Институт теплофизики имени С. С. Кутателадзе СО РАН. — Изд. второе перераб. и допол. - Барнаул : Алт. гос. техн. ун-т, 2019. — 140 с. — ISBN 978-5-7568-1317-1. — Текст: электронный // АлтГТУ : электронная библиотечная система. — URL: [http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Senachin\\_MFHPiGvE\\_K1\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Senachin_MFHPiGvE_K1_up.pdf) (дата обращения: 14.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

4. Вершинин, В. И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента : учебное пособие / В. И. Вершинин, Н. В. Перцев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2408-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92623> (дата обращения: 14.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Григорьев, Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели : учебное пособие / Ю. Д. Григорьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1937-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65949> (дата обращения: 14.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Смагунова, А. Н. Математическое планирование эксперимента в

методических исследованиях аналитической химии : учебное пособие / А. Н. Смагунова, Г. В. Пашкова, Л. И. Белых. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-8114-2540-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98248> (дата обращения: 14.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 6.2. Дополнительная литература

7. Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Р.Г. Сафин, Н.Ф. Тимербаев, А.И. Иванов ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. — Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013. — 154 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270277> (дата обращения: 14.11.2020). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-7882-1412-2. — Текст : электронный.

8. Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Б. А. Семенов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1392-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5107> (дата обращения: 14.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

9. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 27.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Электронная библиотечная система АлтГТУ // АлтГТУ : электронная библиотечная система. — URL: <http://elib.altstu.ru/> (дата обращения: 27.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Единое окно доступа к образовательным ресурсам // ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика". — URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 27.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.



## 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	Acrobat Reader
2	Lazarus
3	LibreOffice
4	Linux
5	PascalABC.NET
6	Windows
7	Wine
8	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».