

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

 Матвеев П.В.

(подпись) ФИО

« 31 » 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МНОГОФАКТОРНОГО
ИССЛЕДОВАНИЯ

Направление/специальность подготовки	27.03.01 Стандартизация и метрология
Специализация/профиль/программа подготовки	Стандартизация, управление качеством и метрология
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнонаучный
Выпускающая кафедра	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Кафедра-разработчик рабочей программы	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ	
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА					
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ		
4	8	3	108	52	0	0	52	56	0	0	56	диф. зач.	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

27.03.01 Стандартизация и метрология

год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Марков Андрей Валентинович, д.т.н., заведующий кафедрой



Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Колыванов Алексей Юрьевич, ассистент



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА**

Заведующий кафедрой Марков А.В., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

Заведующий кафедрой Марков А.В., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МНОГОФАКТОРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1.2 — способность принимать участие в организации работ по контролю точности технологического оборудования и оснастки, проводить экспериментальные исследования с целью повышения качества продукции, применять компьютерные программы для реализации конструкторско-технологических решений

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.2

знания:

на уровне представлений:

- подходы к описанию сложных технологических систем;
- проблемы моделирования сложных систем.

на уровне воспроизведения:

- вопросы оптимизации сложных технологических систем;
- прогнозирования поведения технологических процессов.

на уровне понимания:

- выбор плана эксперимента, применимого к конкретному технологическому процессу;
- выбор и применение способов проверки полученных моделей процессов.;

умения:

теоретические:

- проведение цикла исследований с целью оптимизации технологических процессов;
- построение и анализ нелинейных моделей технологических процессов.;

навыки:

- применения математического аппарата для параметрического анализа технологического процесса;
- работа со статистическими оценками случайных процессов..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МНОГОФАКТОРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *27.03.01 Стандартизация и метрология*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-1.4 — Способен применять методы управления качеством продукции на этапах жизненного цикла, принимать участие в разработке методик испытаний, в том числе на метрологическую надежность

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, % ПСК-1.2
				ВСЕГО	Практические занятия		
4	8	Раздел 1. Введение. Методологии моделирования. Дидактическая единица 1. Понятия о моделях. Отличительные черты процессов, проходящих в сложных системах. Понятие черного ящика. Виды воздействий и функции отклика. Классификация моделей. Математические модели с сосредоточенными и распределенными параметрами интегро-дифференциальные модели, феноменологические и имитационные модели. Первичная обработка математических моделей, переход к безразмерным моделям. Дидактическая единица 2. Методы оптимизации математических моделей: метод Гаусса-Зайделя, случайного поиска крутого восхождения. Оптимизация при много-экстремальной поверхности отклика.	19	9	9	10	10
4	8	Раздел 2. Факторные эксперименты. Дидактическая единица 3. Выбор оптимальных планов экспериментов. Условие проведения активного эксперимента. Пассивный эксперимент, область применения пассивного эксперимента для анализа сложных систем, требования к методу планирования, интервал варьирования факторов. Полный факторный эксперимент. Матрица планирования, требования к матрице планирования (ортогональность, независимость, ротатабельность). Дидактическая единица 4. Дробный факторный эксперимент, особенности его использования, правила проверки значимости квадратичных эффектов.	24	12	12	12	25
4	8	Раздел 3. Композиционные планы и матрицы оптимизации. Дидактическая единица 5. Центральный композиционный ортогональный план, центральный композиционный ротатабельный план. Характеристики плана: центр плана, матрица плана, область планирования. Статистические теории оптимальности планов, связанные с взаимодействием и точностью оценок параметров. Дидактическая единица 6 Матрицы планирования и оптимизации эксперимента в производственных условиях: последовательный симплексный метод и метод эволюционного планирования.	21	10	10	11	20
4	8	Раздел 4. Выделение существенных факторов. Дидактическая единица 7. Сокращение затрат на эксперимент за счет выделения существенных факторов. Применение сверхнасыщенных планов для отсеивания факторов. Дидактическая единица 8. Ранжирование факторов с использованием экспертных оценок: порядок проведения опроса экспертов и обработки результатов опроса.	22	10	10	12	20
4	8	Раздел 5. Этапы построения модели. Применение теории проверки статистических гипотез для построения математических моделей. Дидактическая единица 9. Этапы построения модели. Порядок проведения эксперимента согласно разработанной матрице планирования. Анализ результатов с точки зрения ошибок эксперимента и повторяемости результатов. Расчет коэффициентов модели. Проверка однородностей дисперсий, оценка значимости коэффициентов модели, проверка адекватности моделей.	22	11	11	11	25
Всего за 8 семестр			108	52	52	56	100
Всего по дисциплине			108	52	52	56	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Методологии моделирования.	Классификация моделей. Функция отклика. Математические модели	4
2		Методы оптимизации математических моделей. Оптимизация поверхности отклика.	5
3	Раздел 2. Факторные эксперименты.	Планирование и обработка данных полного факторного эксперимента.	6
4		Планирование и обработка данных дробного факторного эксперимента.	6
5	Раздел 3. Композиционные планы и матрицы оптимизации.	Планирование и обработка результатов центрального композиционного ортогонального плана эксперимента	5
6		Планирование и обработка результатов центрального композиционного ротатабельного плана эксперимента	5
7	Раздел 4. Выделение существенных факторов.	Ранжирование факторов методом экспертной оценки.	5
8		Применение отсеивающего эксперимента для определения значимости факторов.	5
9	Раздел 5. Этапы построения модели. Применение теории проверки статистических	Расчет коэффициентов модели. Проверка однородностей дисперсий, оценка значимости коэффициентов модели, проверка адекватности	11

	гипотез для построения математических моделей.	моделей. Проверка полученных математических моделей критерием Кохрена, Стьюдента, Фишера	
Всего за 8 семестр			52

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Методологии моделирования.	Подготовка к практическим занятиям.	10
2	Раздел 2. Факторные эксперименты.	Подготовка и доклады по темам практических занятий. Подготовка контрольной работе №1.	12
3	Раздел 3. Композиционные планы и матрицы оптимизации.	Подготовка и доклады по темам практических занятий.	11
4	Раздел 4. Выделение существенных факторов.	Подготовка и доклады по темам практических занятий. Подготовка контрольной работе №2.	12
5	Раздел 5. Этапы построения модели. Применение теории проверки статистических гипотез для построения математических моделей.	Подготовка к лекциям и доклады по темам практических занятий.	11
Всего за 8 семестр			56

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8						ДР		Докл, Контр.Р.		ДР		Докл, Контр.Р.	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Докл – доклад;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- доклад;
- контрольная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова. . Статистические методы в динамике беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 167 экз.
2. А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова. . Статистические методы в динамике беспилотных летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
3. Планирование и организация эксперимента на базе пакета STATISTICA. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 116 экз.
4. С. А. Мешков, В. И. Запорожец, В. Ф. Захаренков. . Планирование эксперимента в задачах анализа артиллерийских систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 34 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Adobe Reader;
2. Microsoft Office.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Adobe Reader;
2. Microsoft Office.

6.2. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МНОГОФАКТОРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 27.03.01 *Стандартизация и метрология*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнoнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-1.2 способность принимать участие в организации работ по контролю точности технологического оборудования и оснастки, проводить экспериментальные исследования с целью повышения качества продукции, применять компьютерные программы для реализации конструкторско-технологических решений.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами математического моделирования процессов, использованием современных информационных технологий проведения исследований, разработкой методики и технологии проведения экспериментов и испытаний, обработкой и анализом результатов, принятием решений, связанных с обеспечением качества продукции, процессов и услуг.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- доклад;
- контрольная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**52 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение. Методологии моделирования.		
Подготовка к практическим занятиям.	Планирование и организация эксперимента на базе пакета STATISTICA: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1) С. А. Мешков, В. И. Запорожец, В. Ф. Захаренков. . Планирование эксперимента в задачах анализа артиллерийских систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1.2)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Факторные эксперименты.		
Подготовка и доклады по темам практических занятий. Подготовка контрольной работе №1.	Планирование и организация эксперимента на базе пакета STATISTICA: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1,2) С. А. Мешков, В. И. Запорожец, В. Ф. Захаренков. . Планирование эксперимента в задачах анализа артиллерийских систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (3,4)	12
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Композиционные планы и матрицы оптимизации.		
Подготовка и доклады по темам практических занятий.	А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова. . Статистические методы в динамике беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (4)	11
Итого по разделу 3		11
Раздел 4. Выделение существенных факторов.		
Подготовка и доклады по темам практических занятий. Подготовка контрольной работе №2.	Планирование и организация эксперимента на базе пакета STATISTICA: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (3,4) С. А. Мешков, В. И. Запорожец, В. Ф. Захаренков. . Планирование эксперимента в задачах анализа артиллерийских систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4,5)	12
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Этапы построения модели. Применение теории проверки статистических гипотез для построения математических моделей.		
Подготовка к лекциям и доклады по темам практических занятий.	А. С. Шалыгин, И. Л. Петрова. . Статистические методы в динамике беспилотных летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1,2,3,4)	11
Итого по разделу 5		11

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- доклад;
- контрольная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Доклад

Доклад предоставляется в печатной форме. Содержание доклада должно соответствовать одной из тем, рассматриваемых в данной дисциплине. Тема доклада определяется преподавателем для каждого конкретного студента. Список тем докладов входит в состав УМК дисциплины.

Контрольная работа

Выполненные контрольные работы представляются в рукописной форме. Контрольная работа считается выполненной и зачитывается при правильных ответах на 80% поставленных вопросов. Выполненные по графику и зачтенные контрольные работы учитываются в оценке по результатам промежуточной аттестации по дисциплине.

Вопросы к дифференцированному зачету

Список вопросов к дифференцированному зачету входит в состав УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

При сдаче зачета студенту задается три вопроса. При правильном ответе на три вопроса в ведомость проставляется оценка «отлично», при правильном ответе на два вопроса в ведомость проставляется оценка «хорошо», при правильном ответе на один вопрос «удовлетворительно».

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-1.2	
4	8	Раздел 1. Введение. Методологии моделирования.	19	9	9	10	10	Доклад, Контрольная работа
4	8	Раздел 2. Факторные эксперименты.	24	12	12	12	25	Доклад, Контрольная работа
4	8	Раздел 3. Композиционные планы и матрицы оптимизации.	21	10	10	11	20	Доклад, Контрольная работа
4	8	Раздел 4. Выделение существенных факторов.	22	10	10	12	20	Доклад, Контрольная работа
4	8	Раздел 5. Этапы построения модели. Применение теории проверки статистических гипотез для построения математических моделей.	22	11	11	11	25	Доклад, Контрольная работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 8 семестр			108	52	52	56	100	
Всего по дисциплине			108	52	52	56	100	