

**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 ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление/специальность подготовки	12.03.01 Приборостроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология приборостроения
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнoнаучный
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	7	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

12.03.01 Приборостроение

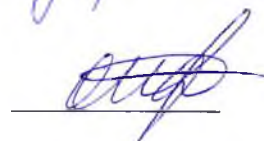
год набора группы: 2022

Программу составили:

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА  
Кедрова Екатерина Игоревна, ассистент



Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА  
Иванова Ольга Юрьевна, старший преподаватель



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 ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

## **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-2.02 — способность принимать участие в организации экспериментальных исследований с целью совершенствования технологических процессов в приборостроении, обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований, разрабатывать меры по повышению качества конструкторско-технологических решений с использованием информационных технологий

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-2.02**

*знания:*

- подходы к описанию сложных технологических систем;
- проблемы моделирования сложных систем;
- вопросы оптимизации сложных технологических систем;

*на уровне понимания:*

- выбор плана эксперимента, применимого к конкретному технологическому процессу.;;

*умения:*

- проведение цикла исследований с целью оптимизации технологических процессов;
- формирование плана эксперимента, применимого к данной технологической системе для получения максимальной адекватной математической модели.;;

*навыки:*

- работа со статистическими оценками случайных процессов..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.01 Приборостроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения

### 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, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.02
4	7	<b>Раздел 1. Введение. Моделирование.</b> Модель: понятие, требования, виды. Математическая модель Основы системного подхода. Отличительные черты процессов, проходящих в сложных системах. Понятие черного ящика. Виды воздействий и функции отклика.	10	6	2	4	4	35
4	7	<b>Раздел 2. Эксперимент.</b> История развития теории планирования эксперимента Эксперимент: понятие, цели, этапы Классификация экспериментов Стратегии однофакторного и многофакторного экспериментов Два типа сложных систем Главные концепции Этапы научного эксперимента Фактор: понятие, особенности, требования Критерий оптимизации: понятие, требования Функция отклика Матрица планирования и ее свойства Расчет оценок коэффициентов Дробный факторный эксперимент Планы второго и более порядка.	56	28	10	18	28	30
4	7	<b>Раздел 3. Планирование эксперимента в задачах оптимизации.</b> Постановка вопроса решения оптимизационных задач Подходы и алгоритм решения задач Классификация оптимизационных методов Градиентные методы Метод симплексного планирования Метод эволюционного планирования Представление результатов Анализ коэффициентов Графический анализ Канонический анализ Численный метод.	42	17	5	12	25	35
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	51	17	34	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	17	34	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение. Моделирование.	Математические модели с сосредоточенными и распределенными параметрами, феноменологические и имитационные модели. Составление математической модели. Первичная обработка математических моделей, переход к безразмерным моделям.	4
2	Раздел 2. Эксперимент.	Выбор оптимальных планов экспериментов. Условие проведения активного эксперимента. Пассивный эксперимент, область применения пассивного эксперимента для анализа сложных систем, требования к методу планирования.	6
3		Полный факторный эксперимент. Матрица планирования, требования к матрице планирования (ортогональность, независимость, ротатабельность). Составление матриц и расчет оценок коэффициентов.	4
4		Практическая работа №1	2
5		Дробный факторный эксперимент, особенности его использования, правила проверки значимости квадратичных эффектов	4
6		Практическая работа №2	2
7	Раздел 3. Планирование эксперимента в задачах оптимизации.	Сокращение затрат на эксперимент за счет выделения существенных факторов. Применение сверхнасыщенных планов для отсеивания факторов.	4
8		Ранжирование факторов с использованием экспертных оценок: порядок проведения опроса экспертов и обработки результатов опроса	2
9		Практическая работа №3	2
10		Этапы построения модели. Порядок проведения эксперимента согласно разработанной матрице планирования. Анализ результатов с точки зрения ошибок эксперимента и повторяемости результатов. Расчет коэффициентов модели.	2
11		Практическая работа №4	2

**3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)**

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Моделирование.	Повторение лекционного материала. Самостоятельное составление математических моделей в зависимости от поставленной задачи.	4
2	Раздел 2. Эксперимент.	Повторение лекционного материала. Составление матрицы планирования для двух, трех и более факторов. Решение задач и расчет многофакторного эксперимента.	8
3		Подготовка к практической работе №1	2
4		Оформление отчета по практической работе №1 Подготовка к защите практической работы №1	4
5		Повторение лекционного материала. Сокращение числа опытов при проведении эксперимента. Расчет определяющего контраста. Решение задач и расчет дробного факторного эксперимента.	8
6		Подготовка к практической работе №2	2
7		Оформление отчета по практической работе №2 Подготовка к защите практической работы №2	4
8	Раздел 3. Планирование эксперимента в задачах оптимизации.	Оформление отчета по практической работе №3 Подготовка к защите практической работы №3	4
9		Подготовка к практической работе №3	2
10		Повторение лекционного материала Решению задач по исключению малозначимых факторов путем реализации сверхнасыщенного плана дробного факторного эксперимента.	5
11		Подготовка к практической работе №4	2
12		Оформление отчета по практической работе №4 Подготовка к защите практической работы №4	4
13		Повторение лекционного материала. Решение задач по выявлению наиболее существенных факторов методом априорного ранжирования	8
Всего за 7 семестр			57

**4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7				Тест		ДР		Отч. по ПЗ		ДР				Тест, Отч. по ПЗ		ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- тест;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Планирование и организация эксперимента на базе пакета STATISTICA. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 116 экз.
2. Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев. . Основы теории и практики обработки экспериментальных данных. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. Н. И. Сидняев. Статистический анализ и теория планирования эксперимента. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, эл. рес.

### 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/bcode/449686> — Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <https://e.lanbook.com/book/97979> — ЭБС Лань.

### 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](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:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

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



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Компьютерный комплект.

### **6.3. 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 **ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.01 Приборостроение*. Дисциплина реализуется на факультете *О Естественнотехнический БГТУ "ВОЕНМЕХ"* им. Д.Ф. Устинова кафедрой *О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.02 способность принимать участие в организации экспериментальных исследований с целью совершенствования технологических процессов в приборостроении, обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований, разрабатывать меры по повышению качества конструкторско-технологических решений с использованием информационных технологий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с знанием технологических процессов и возможностей различного технологического оборудования, умением определять параметры обработки изделий, владение первичными навыками рационального выбора оборудования для различных условий производства.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- тест;
- отчет по практическому заданию.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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.
<b>Раздел 1. Введение. Моделирование.</b>		
Повторение лекционного материала. Самостоятельное составление математических моделей в зависимости от поставленной задачи.	. Планирование и организация эксперимента на базе пакета STATISTICA: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1) Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев. . Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: Москва: Юрайт, 2020 (1,2,3,4) Н. И. Сидняев. Статистический анализ и теория планирования эксперимента: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (1)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Эксперимент.</b>		
Повторение лекционного материала. Составление матрицы планирования для двух, трех и более факторов. Решение задач и расчет многофакторного эксперимента.	. Планирование и организация эксперимента на базе пакета STATISTICA: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (2,3) Н. И. Сидняев. Статистический анализ и теория планирования эксперимента: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (2,3,4) Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев. . Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: Москва: Юрайт, 2020 (5,6,7,8,9)	8
Подготовка к практической работе №1		2
Оформление отчета по практической работе №1	Н. И. Сидняев. Статистический анализ и теория планирования эксперимента: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (2,3,4) Л. Н. Третьяк, А. Л. Воробьев. . Основы теории и практики обработки экспериментальных данных: Москва: Юрайт, 2020 (5,6,7,8,9)	4
Подготовка к защите практической работы №1		
Повторение лекционного материала. Сокращение числа опытов при проведении эксперимента. Расчет определяющего контраста. Решение задач и расчет дробного факторного эксперимента.		8
Подготовка к практической работе №2		2
Оформление отчета по практической работе №2		4
Подготовка к защите практической работы №2		
Итого по разделу 2		28
<b>Раздел 3. Планирование эксперимента в задачах оптимизации.</b>		
Оформление отчета по практической работе №3	Н. И. Сидняев. Статистический анализ и теория планирования эксперимента: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (5) . Планирование и организация эксперимента на базе пакета STATISTICA: СПб.БГТУ	4
Подготовка к защите практической работы №3		2
Подготовка к практической работе №3		
Повторение лекционного материала. Решению задач по исключению малозначимых факторов путем реализации сверхнасыщенного плана дробного факторного эксперимента.		5

Подготовка к практической работе №4	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (4)	2
Оформление отчета по практической работе №4		4
Подготовка к защите практической работы №4		8
Повторение лекционного материала. Решение задач по выявлению наиболее существенных факторов методом априорного ранжирования		
Итого по разделу 3		25

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- отчет по практическому заданию;
- 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.

#### Тест

Тест, состоит из 5 вопросов с 4 вариантами ответа. Тест направлен на контроль понимания и усвоения нового материала.

При верном ответе менее чем на 50% - "не зачтено"

При верном ответе на 60% вопросов и более - "зачтено"

#### Отчет по практическому заданию

Зачтено - Верно выполнена практическая работа (ручной расчет + расчет в пакете STATISTICA)

Не зачтено - Практическая работа выполнена не верно: содержит ошибки в расчетах, анализе графиков или таблиц, некорректно сформулирован вывод по работе

Выполнять практические работы необходимо точно в указанные сроки. Зачтенные работы являются допуском к контрольной работе.

#### 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.

Студенту предлагается решить итоговый тест из 15 вопросов

Для получения оценки "зачтено - хорошо" - студент должен дать правильные ответы на 70% вопросов (при условии выполнить график контрольных мероприятий)

Для получения оценки "зачтено - отлично" - студент должен правильно ответить не менее чем на 90% вопросов (при условии выполнить график контрольных мероприятий)

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	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.02	
4	7	Раздел 1. Введение. Моделирование.	10	6	2	4	4	35	Тест
4	7	Раздел 2. Эксперимент.	56	28	10	18	28	30	Отчет по практическому заданию, Тест
4	7	Раздел 3. Планирование эксперимента в задачах оптимизации.	42	17	5	12	25	35	Тест, Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	