

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

08

2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Моделирование процессов и статистический анализ в научных исследованиях**  
(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ: 27.06.01 «Управление в технических системах»

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ: 05.02.23 «Стандартизация и управление качеством продукции»

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная/заочная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: зачет

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА (ОП) СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА (ФГОС) ВО  
27.06.01 Управление в технических системах**

*(указывается индекс и наименование направления/специальности)*

Программу составили:

кафедра И2 Инжиниринг и менеджмент качества

Марков А.В., зав. каф. И2, д.т.н., доцент



Ответственный за составление ОП:

Марков А.В., зав. каф. И2, д.т.н., доцент

Эксперт(ы):

Нач. отдела НИО-1 АО «НПП» Краснознамёнец», к.т.н.



Купцов П.В.

Основная образовательная программа рассмотрена на заседании кафедры И2 Инжиниринг и менеджмент качества, реализующей ОП

*(индекс и наименование выпускающей кафедры)*

«27» 06 2018 г.

Заведующий кафедрой А.В. Марков д.т.н., доц. /

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)



(подпись)

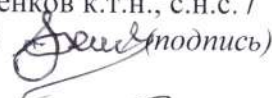
Основная образовательная программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГ-НиСП)

27.00.00. Управление в технических системах протокол №2/2018 от 31.08.2018  
(индекс) (полное наименование направления), (№ протокола)

«31» 08 2018 г.

Председатель УМК по УГНиСП Л.С. Егоренков к.т.н., с.н.с. /

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)



(подпись)

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 08 2018 г.

Директор библиотеки Н.В. Сесина /

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)



## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является овладение методами моделирования при планировании, организации и проведении экспериментов, методами статистической обработки результатов, а также умение профессионально оформить и представить результаты.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих универсальных и общих для направления компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность формулировать в нормированных документах (программа исследований и разработок, техническое задание, календарный план) нечетко поставленную научно-техническую задачу (ОПК-2);
- способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций (ОПК-4);
- владение научно-предметной областью знаний (ОПК-5).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способность к самостоятельной (в том числе руководящей) научно-исследовательской деятельности, требующей широкой фундаментальной подготовки в современных направлениях управления в технических системах, включая системы менеджмента качества (ПК-1);
- готовность к освоению и развитию современных методов исследований в области менеджмента качества, включая управление и обеспечение качества (ПК-2);
- владение методами анализа, синтеза и оптимизации, математическими и информационными моделями состояния и динамики качества объектов (ПК-3).

В результате освоения дисциплины студенты приобретут

### **знания:**

на уровне представлений:

- научно-технических основ планирования экспериментального исследования;

на уровне воспроизведения:

- основных понятий и методологии моделирования сложных систем и процессов и планирования многофакторного эксперимента;

### **умения:**

теоретические:

- освоение теоретических основ планирования пассивного и активного экспериментального исследования

практические:

- формализованное описание сложных систем или процессов и их оптимизация;
- моделирование экспериментального исследования;
- обработка результатов многофакторных экспериментальных данных;

### **навыки:**

- применение НД и справочной литературы в области планирования экспериментального исследования;
- организация и проведение пассивного и активного экспериментального исследования;
- оформление научно-технических отчетов по результатам экспериментальных исследований.



## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к вариативным обязательным дисциплинам блока Б1 учебного плана (программы) аспирантуры.

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.) или 72 академических часа (час), в том числе 18 час аудиторных занятий и 54 час самостоятельной работы.

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах:

Менеджмент и инжиниринг качества,

Компьютерные технологии в науке и образовании.

Содержание дисциплины служит основой для подготовки к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине и для выполнения соответствующих разделов выпускной квалификационной работы / диссертации.

## 3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

### 3.1. Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	
Лекционные занятия (ЛЗ)	12
Индивидуальные консультации (К)	6
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b>	
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР)	42
Подготовка реферата (Р)	12
Всего:	54

### 3.2. Содержание дисциплины по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

Таблица 1									
№ п/п	Раздел дисциплины	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы само- стоятельной работы*)
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Методологии моделирова- ния		2	-	-	-	1	9	РИР; Р
2	Раздел 2. Активный и пассивный экс- перименты		2	-	-	-	1	9	РИР; Р
3	Раздел 3. Центральные композицион- ные планы		2	-	-	-	1	9	РИР; Р
4	Раздел 4. Выделение существенных факторов.		2	-	-	-	1	9	РИР; Р
5	Раздел 5. Обработка и анализ резуль-		2	-	-	-	1	9	РИР;

№ п/п	Раздел дисциплины	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы само- стоятельной работы*)
		всего	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
	татов экспериментального исследова- ния.								Р
6	Раздел 6. Применение теории провер- ки статистических гипотез для по- строения математических моделей.		2	-	-	-	1	9	РИР; Р
	Итого:	72	12	-	-	-	6	54	

\*) формы самостоятельной работы из таблицы 1.

*Примечание:* ЛЗ – лекционные занятия; НПЗ – научно-практические занятия; ИЛЗ – исследовательские лабораторные работы; С – семинары; К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа.

### 3.3. Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раз-дела*)	№ лек-ции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература**)
1	1	Понятия о моделях процессов, проходящих в сложных системах. Понятие черного ящика. Виды воздействий и функции отклика. Классификация моделей. Первичная обработка математических моделей, переход к безразмерным моделям. Методы оптимизации математических моделей. Оптимизация при многоэкстремальной поверхности отклика.	2	1, 2 осн. 2, 3 доп.
2	2	Выбор оптимальных планов экспериментов. Условие проведения активного эксперимента. Корреляционная функция случайных процессов. Выбор интервала корреляции. Уравнения регрессии. Планирование и область применения пассивного эксперимента. Полный и дробный факторный эксперимент. Матрица планирования. Правила проверки значимости квадратичных эффектов.	2	2 осн. 1, 3, 4 доп.
3	3	Центральный композиционный ортогональный и ротatable-планы. Характеристики плана. Статистические теории оптимальности планов. Матрицы планирования и оптимизации эксперимента в производственных условиях: последовательный симплексный метод и метод эволюционного планирования.	2	1, 2 осн. 2, 3 доп.
4	4	Сокращение затрат на эксперимент за счет выделения существенных факторов. Применение сверхнасыщенных планов для отсеивания факторов. Ранжирование факторов с использованием экспертных оценок: порядок проведения опроса экспертов и обработки результатов опроса. Дисперсионный анализ. Однофакторная, двухфакторная классификация. Классификация в латинском квадрате.	2	1, 2 осн. 2, 3 доп.
5	5	Этапы построения модели. Порядок проведения эксперимента согласно разработанной матрице планирования. Анализ результатов с точки зрения ошибок эксперимента и повторяемости результатов. Расчет коэффициентов модели.	2	1, 2 осн. 2, 3 доп.
6	6	Проверка однородностей дисперсий, оценка значимости коэффициентов модели, проверка адекватности моделей.	2	2 осн. 2, 3 доп.
		Итого:	12	

\*) По таблице 2

\*\*) По таблицам 7, 8



Программой дисциплины практические / семинарские / лабораторные / занятия не предусмотрены.

### 3.4. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

В активной и интерактивной форме проводятся аудиторные учебные занятия по отдельным разделам и темам дисциплины, указанным в табл. 4.

Таблица 4

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
3	ЛЗ. Контрольные карты	2/1
5	ЛЗ. Статистическое регулирование технологических процессов	2/1
6	ЛЗ. Статистический приемочный контроль качества	2/1
Итого:		6/3

### 4. Перечень заданий для самостоятельной работы

Таблица 5

Задания	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ	2	15	1 - 6
Подготовка рефератов	14	16	1 - 6

### 5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета.

#### 5.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 6

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
Защита РИР		15	1 - 6
Защита Р		16	1 - 6

#### 5.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов.

Примерные контрольные вопросы:

1. Понятия о моделях процессов, проходящих в сложных системах.
2. Понятие черного ящика. Виды воздействий и функции отклика.
3. Классификация моделей. Первичная обработка математических моделей, переход к безразмерным моделям.
4. Методы оптимизации математических моделей. Выбор оптимальных планов экспериментов.
5. Условие проведения активного эксперимента.
6. Корреляционная функция случайных процессов. Выбор интервала корреляции.
7. Уравнения регрессии.
8. Планирование и область применения пассивного эксперимента.
9. Полный и дробный факторный эксперимент. Матрица планирования.
10. Центральный композиционный ортогональный и ротatable планы. Характеристики плана.
11. Статистические теории оптимальности планов.

12. Матрицы планирования и оптимизации эксперимента в производственных условиях: последовательный симплексный метод и метод эволюционного планирования.
13. Сокращение затрат на эксперимент за счет выделения существенных факторов.
14. Ранжирование факторов с использованием экспертных оценок: порядок проведения опроса экспертов и обработки результатов опроса.
15. Дисперсионный анализ. Однофакторная, двухфакторная классификация. Классификация в латинском квадрате.
16. Порядок проведения эксперимента согласно разработанной матрице планирования.
17. Анализ результатов с точки зрения ошибок эксперимента и повторяемости результатов.
18. Проверка однородностей дисперсий, оценка значимости коэффициентов модели, проверка адекватности моделей.

## 6. Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением метода активных лекций (лекция - дискуссия) и метода малых групп.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

Сайты: [www.n2.insu.ru](http://www.n2.insu.ru); [www.statsoft.ru](http://www.statsoft.ru).

На сайте кафедры И2 содержатся учебно-методические материалы, доступные для скачивания.

Компьютерный класс кафедры И2 оснащен ПК с программным обеспечением, включающим в себя программы пакета Microsoft office XP: Word; Excel; Access; Matlab; Mathcad; STATISTICA.

Электронные справочные и нормативные ресурсы указаны в подразделе 6.3.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература:

Таблица 7

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1	Н.И. Синяев, Н.Т. Вилисова	Введение в теорию планирования эксперимента. Уч. пособие	М.: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана	2011
2	В.А. Агафонов	Статистические методы управления качеством. Уч. пособие	СПб.: БГТУ	2012

### 7.2. Дополнительная литература:

Таблица 8

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1	А.С. Шалыгин, И.Л. Петрова	Статистические методы в динамике беспилотных летательных аппаратов. Уч. пособие для вузов	СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ» [Электронный ресурс]	2007
2	Т.П. Абомелик	Методология планирования эксперимента. Сб. ЛР/составитель Т.П. Абомелик	Ульяновск: УлГТУ	2006
3	Ч. Хикс	Основные принципы планирования эксперимента	М.: Книга по Требованию	2013
4	В.И. Запорожец В.Ф. Захаренков С.А. Мешков	Планирование эксперимента в задачах анализа артиллерийских систем. Уч. пособие для вузов	СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ» [Электронный ресурс]	2006



### **7.3. Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:**

Наименование ресурса: Электронно-библиотечная система «Издательства ЛАНЬ».

Принадлежность: сторонняя. Адрес сайта: <http://e.lanbook.com/>

Организация владлец: ООО «Издательство ЛАНЬ»

Договор: №529-13У от 10.10.2013 г.

Наименование ресурса: БД авторефератов диссертаций РНБ.

Принадлежность: сторонняя. Адрес сайта: <http://leb.nlr.ru/collections>

Организация владлец: Российская Национальная библиотека.

Дистрибьютор: ООО «Издательство электронных информационных ресурсов РусАр».

Договор: № 676-11У от 28.06.2011

Наименование ресурса: e-Library.

Принадлежность: сторонняя. Адрес сайта: <http://elibrary.ru>.

Лицензионное соглашение № 5570 от 15.04.2010 г.

Наименование ресурса: Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

Принадлежность: сторонняя. Адрес сайта: <http://window.edu.ru/>.

Организация владлец: ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информатика".

Договор: свободный доступ.

Наименование ресурса: Multi Scienc.

Принадлежность: сторонняя. Адрес сайта: <http://www.multi-science.co.uk>

Организация владлец: сторонняя. Дистрибьютор НП «НЭИКОН».

Договор: № 215-12У от 26.03.2012 г.

Наименование ресурса: Электронная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова

Принадлежность: собственная. Адрес сайта: <http://library.voenmeh.ru>

Наименование ресурса: Федеральное агентство по техническому регулированию.

Принадлежность: сторонняя. Адрес сайта: <http://www.gost.ru>

Организация владлец: сторонняя.

Договор: Свободный доступ.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды)**

- учебная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными средствами для демонстрации лекционного материала и электронных презентаций;
- лабораторная аудитория, оснащенная ПК с программным обеспечением, включающим в себя программный пакет STATISTICA;
- компьютерный класс кафедры И2 для пользования дополнительными учебно-методическими материалами;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

### **8.2. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Компьютерный класс кафедры И2 оснащен ПК с программным обеспечением, включающим в себя программы пакета Microsoft office XP:

- Word;
- Excel;
- Access - Matlab;
- Mathcad

- для хранения электронных версий учебно-методических материалов по дисциплине, выполнения и оформления заданий.