

Кафедра **О2 «Инжиниринг и менеджмент качества»**
(наименование)

2022г.



2022 г.

1. Цель изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является овладение методами планирования, организации и проведения экспериментов, а также оформления и представления результатов.

2. Задачи дисциплины

Планирование многофакторного экспериментального исследования:

- формулирование задачи и плана научного исследования в области обеспечения качества изделий на основе проведения библиографической работы с применением современных ин-формационных технологий;
- выбор оптимального метода и разработка программ экспериментальных исследований, проведение измерений с выбором технических средств и обработкой результатов;
- оформление отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями;
- защита приоритета и новизны полученных результатов исследований, используя юридическую базу для охраны интеллектуальной собственности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы аспирантуры

Дисциплина **Планирование многофакторного экспериментального исследования** относится к Образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры по специальности **2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.**

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих 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;
- способность формулировать в нормированных документах (программа исследований и разработок, техническое задание, календарный план) нечетко поставленную научно-техническую задачу;
- способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно-аналитических материалов и презентаций;
- владение научно-предметной областью знаний;
- 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;
- готовность к освоению и развитию современных методов исследований в области менеджмента качества, включая управление и обеспечение качества;
- владение методами анализа, синтеза и оптимизации, математическими и информационными моделями состояния и динамики качества объектов.

В результате изучения дисциплины **Планирование многофакторного экспериментального исследования** аспирант должен:

Знать:

- на уровне представлений:
- научно-технических основ менеджмента и инжиниринга качества;
- на уровне воспроизведения:

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

Уметь:

теоретические:

-освоение теоретических основ планирования пассивного и активного эксперимента

практические:

-формализованное описание сложных систем или процессов и их оптимизация;

-обработка результатов многофакторных экспериментов;

Владеть:

-методами применения НД и справочной литературы в области планирования эксперимента;

-методами организации и проведения пассивного и активного эксперимента;

-навыками оформления научно-технических отчетов по результатам исследований.

5. Объем и вид учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость (часы)		Семестры (указание часов по семестрам)
Аудиторные занятия (всего)	108		3, 108
В том числе:			
Лекции	28		3, 28
Практические занятия	27		3, 27
Самостоятельная работа (всего)	44		3, 44
Формы аттестации по дисциплине (зачет, экзамен)	зачет		
Общая трудоемкость дисциплины	Часы	ЗЕТ	
	108	3	

6. Содержание дисциплины

6.1. Содержание раздела дисциплины

Содержание дисциплины	Основное содержание раздела
Раздел 1. Методологии моделирования	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.
Раздел 2. Активный и пассивный эксперименты	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.
Раздел 3. Центральные композиционные планы	Центральный композиционный ортогональный и ротатабельный планы. Характеристики плана. Статистические теории оптимальности планов. Матрицы планирования и оптимизации эксперимента в производственных условиях: последовательный симплексный метод и метод эволюционного планирования.
Раздел 4. Выделение существенных факторов.	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.
Раздел 5. Обработка и анализ результатов эксперимента.	Этапы построения модели. Порядок проведения эксперимента согласно разработанной матрице планирования. Анализ результатов с точки зрения ошибок эксперимента и повторяемости результатов. Расчет коэффициентов модели.
Раздел 6. Применение теории проверки статистических гипотез для построения математических моделей.	Проверка однородностей дисперсий, оценка значимости коэффициентов модели, проверка адекватности моделей.

6.2. Контролируемые учебные элементы

Разделы дисциплины	Знать	Уметь	Владеть
Раздел 1. Методологии моделирования	-научно-технических основ менеджмента и инжиниринга качества	освоение теоретических основ планирования пассивного и активного эксперимента	методами применения НД и справочной литературы в области планирования эксперимента
Раздел 2. Активный и пассивный эксперименты	основных понятий и методологии моделирования сложных систем и процессов и планирования многофакторного эксперимента	освоение теоретических основ планирования пассивного и активного эксперимента	методами организации и проведения пассивного и активного эксперимента
Раздел 3. Центральные композиционные планы	основных понятий и методологии моделирования сложных систем и	формализованное описание сложных систем или	методами организации и проведения пассивного и

	процессов и планирования многофакторного эксперимента сложных систем и процессов и планирования многофакторного эксперимента	процессов и их оптимизация	активного эксперимента
Раздел 4. Выделение существенных факторов.	основных понятий и методологии моделирования сложных систем и процессов и планирования многофакторного эксперимента	формализованное описание сложных систем или процессов и их оптимизация	методами организации и проведения пассивного и активного эксперимента
Раздел 5. Обработка и анализ результатов эксперимента.	основных понятий и методологии моделирования сложных систем и процессов и планирования многофакторного эксперимента	обработка результатов многофакторных экспериментов	навыками оформления научно-технических отчетов по результатам исследований
Раздел 6. Применение теории проверки статистических гипотез для построения математических моделей.	основных понятий и методологии моделирования сложных систем и процессов и планирования многофакторного эксперимента	формализованное описание сложных систем или процессов и их оптимизация	навыками оформления научно-технических отчетов по результатам исследований

6.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ дисциплинарного модуля/раздела	Часы по видам занятий			Всего:
	Лекции	Практич. занятия	Сам. работа	
Раздел 1. Методологии моделирования	4	4	14	22
Раздел 2. Активный и пассивный эксперименты	8	7	5	20
Раздел 3. Центральные композиционные планы	4	4	5	13
Раздел 4. Выделение	4	4	5	13

существенных факторов.				
Раздел 5. Обработка и анализ результатов эксперимента.	4	4	5	13
Раздел 6. Применение теории проверки статистических гипотез для построения математических моделей.	4	4	10	18
ИТОГО	28	27	44	108

7. Ресурсное обеспечение.

Кафедра О2 «Инжиниринг и менеджмент качества» располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по научной специальности **2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства** в соответствии с ФГТ.

7.1. Образовательные технологии

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

№ 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

7.2. Материально-техническое оснащение.

- учебная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными средствами для демонстрации лекционного материала и электронных презентаций;
- компьютерный класс кафедры О2 для пользования дополнительными учебно-методическими материалами;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

7.3. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Word; Excel; Access; Matlab; Mathcad; Technology CS; SolidWorks.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Марков, Андрей Валентинович. Основы проектирования измерительных приборов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2014. - 48 с. : схемы. - Библиогр.: с. 47-48. - ISBN 978-5-85546-809-0 - 27 экз.

Марков, Андрей Валентинович. Основы проектирования измерительных приборов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 1 эл. жестк. диск : схемы. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02064.pdf. - Библиогр.: с. 47-48. - ISBN 978-5-85546-809-0

2. Шалыгин, Михаил Геннадьевич. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Текст] : учебное пособие [для вузов] / М. Г. Шалыгин, Я. А. Вавилин. - СПб. : Лань, 2019. - 171 с. : схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 165-168. - Контр. вопросы: в конце глав. - ISBN 978-5-8114-3531-15 экз.

Шалыгин, Михаил Геннадьевич. Автоматизация измерений, контроля и испытаний [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / М. Г. Шалыгин, Я. А. Вавилин. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2019. - 171 с. : схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (Бакалавриат) (ЭБС Лань). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115498> (дата обращения: 15.01.2020). - Библиогр.: с. 165-168. - ISBN 978-5-8114-3531-9

3. Основы трёхмерного моделирования в SolidWorks [Текст] : практическое пособие [для вузов] / В. И. Волкоморов [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 75 с. : обр., схемы, черт. - Библиогр.: с. 74. - ISBN 978-5-906920-63-8 – 50 экз.

Основы трёхмерного моделирования в SolidWorks [Электронный ресурс] : практическое пособие [для вузов] / В. И. Волкоморов [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : обр., схемы, черт. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02661.pdf. - Библиогр.: с. 74. - ISBN 978-5-906920-63-8

4. Марков, Андрей Валентинович. Методы и инструменты системы менеджмента качества [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков, Е. А. Скорнякова, Н. Ю. Ефремов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2018. - 107 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 106. - Контр. вопросы: в конце разд. - Практ. задания: с. 97-105. - ISBN 978-5-907054-03-5 – 44 экз.

Марков, Андрей Валентинович. Методы и инструменты системы менеджмента качества [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков, Е. А. Скорнякова, Н. Ю. Ефремов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2018. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02785.pdf. - Библиогр.: с. 106. - Контр. вопросы: в конце разд. - Практ. задания: с. 97-105. - ISBN 978-5-907054-03-5

5. Бабаев, Сергей Александрович. Конструкторско-технологическая подготовка производства в системе TechnologiCS [Текст] : практическое пособие [для вузов] / С. А. Бабаев, А. В. Марков, И. Л. Юнаков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2019. - 82 с. : обр., схемы, табл. - Библиогр.: с. 77. - Прил.: с. 78-81. – 50 экз.

Бабаев, Сергей Александрович. Конструкторско-технологическая подготовка производства в системе TechnologiCS [Электронный ресурс] : практическое пособие [для вузов] / С. А. Бабаев, А. В. Марков, И. Л. Юнаков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2019. - 1 эл. жестк. диск : обр., схемы, табл. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr03115.pdf. - Библиогр.: с. 77. - Прил.: с. 78-81.

6. Проектирование автоматизированных систем визуального контроля качества изделий [Текст] : практическое пособие [для вузов] / В. В. Спиридонов, А. В. Марков, О. Ю. Иванова, А. И. Денисенко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2020. - 89 с. : обр., схемы, табл. - Библиогр.: с. 88-89. – 42 экз.

Проектирование автоматизированных систем визуального контроля качества изделий [Электронный ресурс] : практическое пособие [для вузов] / В. В. Спиридонов, А. В. Марков, О. Ю. Иванова, А. И. Денисенко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2020. - 1 эл. жестк. диск : обр., схемы, табл. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr03222.pdf. - Библиогр.: с. 88-89.

7. Мирославская, Марианна Владимировна. Экономика качества [Текст] : учебное пособие [для вузов] / М. В. Мирославская, А. В. Марков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2021. - 36 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 35. - Библиогр. в подстроч. прим. - **ISBN** 978-5-907324-30-5 – 31 экз.

8. Мирославская, Марианна Владимировна. Экономика качества [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / М. В. Мирославская, А. В. Марков ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2021. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr03312.pdf. - Библиогр.: с. 35. - Библиогр. в подстроч. прим. - **ISBN** 978-5-907324-30-5

9. Информационная поддержка технологической подготовки производства [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков, О. Ю. Иванова, С. А. Мешков, В. Г. Стрельцов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2021. - 65 с. : схемы, обр. - Библиогр.: с. 63-64. - **ISBN** 978-5-907324-32-9 – 38 экз.

Информационная поддержка технологической подготовки производства [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков, О. Ю. Иванова, С. А. Мешков, В. Г. Стрельцов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2021. - 1 эл. жестк. диск : схемы, обр. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr03313.pdf. - Библиогр.: с. 63-64. - **ISBN** 978-5-907324-32-9

10. Управление качеством технологических процессов в приборостроении [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков, П. В. Купцов, О. А. Орешина, В. А. Королёва ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2021. - 70 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 69. - **ISBN** 978-5-907324-51-0 – 12 экз.

Управление качеством технологических процессов в приборостроении [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков, П. В. Купцов, О. А. Орешина, В. А. Королёва ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2021. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr03367.pdf. - Библиогр.: с. 69. - **ISBN** 978-5-907324-51-0

8.2. Дополнительная литература

1. Трэвис, Джеффри. LabVIEW для всех [Текст] : [учебное пособие для вузов : пер. с англ.] / Дж. Трэвис, Дж. Кринг. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ДМК, 2011. - 903 с. : обр., схемы, табл., фото + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Об авторах: с. 22-23, послед. с. облож. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 875. - Упражн.: в тексте глав. - Прил.: с. 850-875. - Глоссарий: с. 876-898. - Предмет. указ.: с. 899-903. - **ISBN** 978-5-94074-674-4 – 25 экз.

2. Соснин, Олег Михайлович. Средства автоматизации и управления [Текст] : учебник для вузов / О. М. Соснин, А. Г. Схиртладзе. - М. : Академия, 2014. - 236 с. : граф., схемы, табл. - (Высшее образование. Автоматизация и управление) (Бакалавриат). -

КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 232-233. - Список принят. сокращ.: с. 7-8. - Контр. вопросы: в конце глав. - Прил.: с. 220-231. - **ISBN 978-5-4468-0916-5** – 30 экз.

3. Соловьев, Виктор Петрович. Организация эксперимента [Текст] : учебное пособие для вузов / В. П. Соловьёв, Е. М. Богатов. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 253 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 235. - Прил.: с. 236-253. - **ISBN 978-5-94178-302-1** – 30 экз.

Соловьев, Виктор Петрович. Организация эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. П. Соловьёв, Е. М. Богатов. - 2-е изд. - Электрон. текстовые дан. - Старый Оскол : ТНТ, 2021. - 253 с. - (ЭБС ТНТ). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // ЭБС ТНТ [сайт]. – URL: <http://www.tnt-ebook.ru/library/book/166> (дата обращения: 07.04.2021).

4. Марков, Андрей Валентинович. Коммуникационное интегрирование систем [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков, А. Д. Шматко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2005. - 160 с. : табл. - Библиогр.: с. 147-148. - Приложение: с. 149-159. - **ISBN 5-85546-135-1** – 116 экз.

Марков, Андрей Валентинович. Коммуникационное интегрирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. В. Марков, А. Д. Шматко ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2005. - 1 эл. жестк. диск : табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr00125.pdf. - Библиогр.: с. 147-148. - Приложение: с. 149-159. - **ISBN 5-85546-135-1**

9. Аттестация по дисциплине. Зачет.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине *приведен в приложении.*

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Алгоритм разработки фонда оценочных средств

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 ротатабельный 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.