

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Промышленная теплотехника»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

**Б1.В.ОД.4 «Методика научного исследования»**

направление *13.06.01 «Электро- и теплотехника»*

программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
«Промышленная теплоэнергетика»

форма обучения – очная

курс – 1

семестр – 1

зачетных единиц – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 18

коллоквиумы – нет

практические занятия – нет

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 54

зачет – 1 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **Цель преподавания дисциплины:**

Формирование фундаментальных научных представлений о современных методах планирования и организации научных исследований, а также профессиональных компетенций в области физического моделирования и планирования инженерного эксперимента, обеспечивающих квалифицированное участие аспирантов в научно-исследовательской деятельности, связанной с исследовательскими испытаниями тепло- и электротехнического оборудования.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- изучить теоретические основы моделирования физических процессов, теорию подобия и метод анализа размерностей;
- приобрести навыки самостоятельного получения обобщенных критериальных уравнений сложных гидро-газодинамических и тепломассообменных процессов;
- ознакомить аспирантов с основными измерительными приборами, техникой и методами измерения;
- углубить знания в области ряда специальных разделов математической статистики и теории вероятностей, необходимые для решения прикладных задач, связанных с математической обработкой экспериментальных данных;
- изучить основные принципы регрессионного анализа;
- практически освоить современную методологию планирования эксперимента на основе ортогональных матриц ПФЭ и ДФЭ;
- научить аспирантов методам оценки погрешностей, статистической обработки результатов, используемым при получении и оценке адекватности эмпирических зависимостей между величинами;
- овладеть современными методами планирования экстремального эксперимента и планирования второго порядка.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры**

«Методика научного исследования» является одной из обязательных дисциплин, реализуемых в рамках образовательной программы аспирантуры по направлению *13.06.01 «Электро- и теплотехника»*

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у аспиранта комплекса необходимых общепрофессиональных компетенций в области планирования, организации, проведения и обработки результатов эксперимента и научно-исследовательских испытаний оборудования, связанных с тематикой диссертационного исследования.

Для освоения данной дисциплины аспирант должен владеть фундаментальными положениями основных естественно-научных дисциплин: математики, информатики, физики, химии, электротехники, гидрогазодинамики, термодинамики, тепломассообмена, а также иметь знания в области

специальных дисциплин, пройденных на предыдущем (студенческом) этапе обучения:

- *математика* (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, методы исследования функций на экстремум, степенные функции, теория вероятностей);
- *информатика* (основы микропроцессорной и компьютерной техники, программирование, практические навыки пользователя персонального компьютера, Windows, Microsoft Word, Microsoft Excel )
- *физика* (механика, теплота, электричество, магнетизм);
- *электротехника и электрооборудование* (электрические измерения и приборы ).

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способности к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3).

#### ***Аспирант должен знать:***

- принципы моделирования физических процессов и планирования эксперимента;
- основные положения математической статистики и теории вероятностей;
- устройство и метрологические характеристики измерительных приборов;
- методы измерения и обработки результатов;
- методы планирования и требования к планам многофакторного эксперимента;
- основные типы математических моделей;
- основные методы движения к оптимуму;
- общие положения и методы планирования второго порядка.

#### ***Аспирант должен уметь:***

- применять метод анализа размерностей для получения критериальных уравнений, отражающих зависимости между комплексами физических величин;
- планировать проведение экспериментальных исследований с использованием современных методов планирования многофакторного эксперимента;
- составлять ортогональные матрицы планов ПФЭ и ДФЭ первого порядка;
- производить прямые и косвенные измерения, оценивать их погрешности с заданной доверительной вероятностью;

- получать эмпирические зависимости с оценкой их адекватности и воспроизводимости при помощи статистических критериев;
- выполнять планирование эксперимента при поиске оптимальных условий;

***Аспирант должен владеть:***

- общей методологией научного поиска;
- математическим аппаратом теории размерностей;
- прикладными методами обобщения результатов исследования,
- методами оценки приборных погрешностей при выполнении прямых и косвенных измерений;
- методами определения числовых характеристик случайных величин и статистической оценки параметров на основе ограниченной выборки;
- статистическими методами оценки доверительного интервала и надежности результатов эксперимента;
- прикладными методами проверки основных статистических гипотез;
- методикой построения ортогональных матриц планов ПФЭ и ДФЭ при постановке многофакторных экспериментов;
- методикой регрессионного анализа;
- стандартными приемами линеаризации функций, используемыми при аппроксимировании экспериментальных данных полиномами первого порядка;
- методами движения к оптимуму при постановке экстремального эксперимента;
- методами планирования второго порядка: ОЦКП и РЦКП;

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы						
			Всего	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1-4	1	Введение. Основные понятия, термины и определения. Моделирование сложных процессов. Принципы создания физических и математических моделей. Теория подобия. Метод анализа размерностей.	12	4	-	-	-	-	8
5-6	2	Средства и методы измерений в экспериментальных исследованиях.	8	2	-	-	-	-	6
7-10	3	Основы теории вероятностей и математической статистики. Методы математической обработки экспериментальных данных.	10	4	-	-	-	-	6
11-14	4	Математическое моделирование в экспериментальных исследованиях. Основы планирования эксперимента.	20	4	-	-	-	-	16
15-16	5	Планирование экстремального эксперимента при поиске оптимальных условий	10	2	-	-	-	-	8
17-18	6	Методы планирования второго порядка при изучении области оптимума	12	2	-	-	-	-	10
Всего			72	18	-	-	-	-	54

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<b>Введение.</b> Предмет и задачи дисциплины. Исторический обзор. Основные понятия и определения: понятие эксперимента; цель и задачи эксперимента; факторы и функции отклика; понятие о математической модели объекта, метод аналогий; физический и вычислительный эксперимент; формализация объектов исследования. <b>Научные основы физического моделирования.</b> Подобие физических явлений и систем: основные понятия теории подобия; теоремы теории подобия; принципы разработки физических моделей.	1, 2, 20
	2	2	<b>Метод анализа размерностей:</b> основы теории размерностей; $\pi$ -теорема Бэкингема; использование метода анализа размерностей для получения обобщенных математических моделей изучаемых процессов и повышения эффективности эксперимента.	1
2	2	3	<b>Средства и методы измерений в экспериментальных</b>	1, 3, 4, 5,

			<b>исследованиях.</b> Общие положения: основные определения; классификация измерений и средств измерений; структура измерительного прибора; приборы прямого и уравнивающего преобразования; основные типы вторичных приборов и их назначение. Метрологические характеристики средств измерений: Погрешности средств измерения и их нормирование: абсолютная, относительная и приведенная погрешности; класс точности; систематическая и случайная погрешности; аддитивная и мультипликативная погрешность; нормирование погрешностей средств измерений. Основы планирования точности измерений при подготовке эксперимента: классификация измерений; методы предварительной оценки погрешности измерений; понятие о суммировании погрешностей.	7, 8, 9, 21, 22, 23
3	2	4	<b>Основы теории вероятностей и математической статистики.</b> Основные положения теории случайных ошибок; понятие о случайной величине, интегральной и дифференциальной функциях распределения вероятностей. Законы распределения случайных величин: равномерный, нормальный (Гаусса), треугольный (Симпсона); трапецеидальный. Математические модели случайных функций, используемых при статистической обработке результатов эксперимента: $\chi^2$ - распределение Пирсона, $t$ -распределение Стьюдента, $F$ – распределение Фишера.	1, 7, 9
	2	5	<b>Статистическая оценка параметров:</b> понятие выборки; точечные оценки и требования к ним (требования несмещенности, состоятельности и эффективности; выборочные оценки математического ожидания и дисперсии). Общие принципы статистической проверки гипотез: статистические критерии и выборочные функции; понятие об уровне значимости критериев.	1, 7, 9
4	2	6	<b>Математическое моделирование в экспериментальных исследованиях. Основы планирования эксперимента.</b> Математическая обработка результатов совместных измерений: понятие об аппроксимировании, метод наименьших квадратов, линейное аппроксимирование, корреляционный анализ. Общие принципы и методика регрессионного анализа: определение, основные постулаты и их проверка, главные процедуры (оценка значимости коэффициентов, проверка адекватности математических моделей). Методика регрессионного анализа и ортогонального планирования первого порядка при постановке многофакторных экспериментов: основные понятия (факторы, уровни, матрица плана); процедура нормализации факторов при ортогональном планировании, планы ПФЭ.	1, 2, 5-8, 11
	2	7	Типы математических моделей и использование метода ортогонального планирования первого порядка при аппроксимировании нелинейными функциями. Общие требования к плану эксперимента. Критерии оптимальности планов. Оптимальные планы ДФЭ (дробно-факторного эксперимента).	1, 2, 5-8, 11
5	2	8	<b>Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.</b> Понятие об оптимизации. Общие положения. Особенности планирования экстремального эксперимента: стратегия и этапы построения математической модели. Методы движения к оптимуму: метод Гаусса-Зайделя, классический градиентный метод, метод Кифера-Вольфовица,	1, 10, 20

			метод крутого восхождения; симплекс-планирование.	
6	2	9	<b>Планирование второго порядка при изучении области оптимума.</b> Общие положения планирования второго порядка. Ядро плана, звездные точки, звездное плечо, общий вид матрицы центрального композиционного плана. Ортогональное центральное композиционное планирование (ОЦКП); ортогонализация матриц, принципы определения звездного плеча и координат звездных точек, условные переменные. Рототабельные центральные композиционные планы (РЦКП). Особенности расчета координат звездных точек при построении планов по критерию рототабельности. Достоинства и недостатки ОЦКП и РЦКП.	1, 10, 20

**Итого лекций 18 час.**

### **6. Содержание коллоквиумов**

Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом

### **7. Перечень практических занятий**

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

### **8. Перечень лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

### **9. Задания для самостоятельной работы аспирантов**

<b>№ темы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Вопросы для самостоятельного изучения (задания)</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	8	Изучить основные критерии подобия (Re, Pe, Pr, Gr, Ar, Bi, Fo, Ki, Nu, Eu и другие), знать их физический смысл и области применения. Изучить основные формы и константы подобия (геометрическое подобие; кинематическое и динамическое подобие процессов гидрогазо-динамики и теплообмена; тепловое подобие; подобие нестационарных процессов). Изучить основы теории размерностей, знать основные и производные физические величины; иметь понятие о размерностях физических величин; знать формулы размерностей; уметь производить действия с размерностями; составить таблицу размерностей величин, используемых в механике и теплотехнике; научиться образовывать безразмерные величины; иметь представление о зависимых и независимых размерностях; уметь получать общий вид критериальных уравнений изучаемых процессов с использованием $\pi$ -теоремы Бэкингема.	1, 3, 5
2	6	Изучить смысл основных метрологических характеристик (МХ) средств измерения (СИ), иметь представление о функции преобразования; чувствительности; цене деления; пороге чувствительности; диапазоне показаний; диапазоне измерений; динамических характеристиках (времени запаздывания, постоянной времени, времени отклика, амплитудно-частотной характеристике, частотной погрешности); погрешности средства измерения; вариации. Знать классы точности и уметь оценить основную	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 21, 22, 23

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
		приборную погрешность СИ по классу точности при аддитивном, мультипликативном, и аддитивно-мультипликативном характере полосы погрешностей. Научиться оценивать погрешности косвенных измерений (погрешность суммы, разности, произведения, дроби, погрешность при возведении в степень) и прогнозировать точность результатов измерения на стадии создания экспериментальных установок.	
3	6	Изучить методы определения точечных числовых характеристик случайных величин: параметров положения (математического ожидания, моды и медианы распределения); характеристик рассеяния (дисперсии и среднеквадратичного отклонения). Научиться оценивать доверительный интервал и надежность результатов эксперимента на основе ограниченной выборки с использованием критерия Стьюдента. Научиться строить гистограмму распределения вероятностей по данным ограниченной выборки и выполнять статистическую проверку типовых гипотез: гипотезы о нормальном распределении результатов с использованием критерия согласия Пирсона; гипотезы об однородности двух дисперсий с использованием критерия Фишера; гипотезы об однородности дисперсий в нескольких выборках с использованием критерия и Кохрэна.	1, 7, 9
4	10	Освоить методы математической обработки результатов совместных измерений, процедуру аппроксимирования, метод наименьших квадратов, корреляционный анализ на примере однофакторных зависимостей. Изучить основные принципы и освоить регрессионный анализ и ортогональное планирование первого порядка при постановке многофакторных экспериментов. Научиться минимизировать число опытов, при экспериментальном определении характеристик линейных математических моделей. Изучить основные принципы и понятия планирования эксперимента, знать, что такое факторы, уровни варьирования, матрицы планов. Уметь нормализовывать факторы при ортогональном планировании.	1, 2, 5-8, 11
	6	Выполнить ортогональное планирование многофакторного эксперимента, построить математическую модель изучаемого процесса и реализовать полномасштабную процедуру регрессионного анализа на конкретном примере по индивидуальному заданию (выбрать границы области эксперимента и уровни варьирования факторов; определить размах и интервалы варьирования факторов; обосновать план эксперимента и условия проведения опытов; выполнить математическую обработку экспериментальных данных).	1, 6, 7, 20
5	8	Изучить основные понятия и общие положения поисковой оптимизации. Знать особенности планирования экстремального эксперимента: стратегию и этапы построения математических моделей. Основные методы движения к оптимуму. Решить задачу по теме «планирование экстремального эксперимента» с определением экстремума функции отклика по индивидуальному заданию одним из следующих методов: - классическим методом Гаусса-Зайделя (покоординатного	1, 10, 20

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
		подъема/спуска); - классическим градиентным методом; - методом Кифера-Вольфовица; - методом крутого восхождения Бокса-Уилсона. - методом симплекс-планирования.	
6	10	Изучить общие положения планирования второго порядка. Уметь составлять ортогональные центральные композиционные планы и рабочие матрицы планирования эксперимента на основе метода ОЦКП, вспомогательные матрицы для расчета коэффициентов. Изучить метод рототабельного центрального композиционного планирования. Уметь выполнять построение РЦКП второго порядка, составлять нормализованные матрицы и вспомогательные матрицы: нормализованных уровней и вспомогательных комплексов.	1, 10, 20
<b>Итого:</b>	<b>54 час</b>		

### 10. Расчетно-графическая работа

Действующим учебным планом расчетно-графическая работа не предусмотрена.

### 11. Курсовая работа

Действующим учебным планом расчетно-графическая работа не предусмотрена.

### 12. Курсовой проект

Действующим учебным планом курсовой проект не предусмотрен.

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Компетенции формируются в процессе освоения образовательной программы последовательно и взаимосвязано. Показателями выработки этих компетенций являются результаты самостоятельной работы студента, тестирование и получение зачета по дисциплине. Критерии оценивания компетенций устанавливаются преподавателем в соответствии с его педагогическим опытом и мастерством. Они основаны на системе оценок: «освоил», «не освоил», которые выставляются студенту при отчете по СРС, тестировании и сдаче заключительного отчета Карта компетенций и критерии оценки их усвоения представлена в приложении 1.

#### Вопросы для зачета

1. Понятие об эксперименте. Определения терминов "эксперимент", "опыт" и "планирование эксперимента" по ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания.

2. Цель и задачи эксперимента. Основные типы задач, решаемых в процессе экспериментальных исследований.

3. Факторы, функции отклика и уровни варьирования. Понятие о ПФЭ (полнофакторном) и ДФЭ (дробнофакторном) экспериментах.
4. Понятие о математической модели объекта и аппроксимировании. Назначение и классификация математических моделей.
6. Формализация объектов исследования. Понятие о кибернетической модели объекта. Требования к объекту исследования.
7. Теория подобия, как научная основа физического моделирования. Преимущества использования безразмерных критериев для математического описания исследуемых процессов. Основные методы приведения математических описаний к безразмерному виду.
8. Основные понятия теории подобия. Классификация физических явлений и процессов.
9. Критериальные уравнения, определяющие и определяемые безразмерные критерии. Физический смысл основных критериев подобия.
10. Формы и константы подобия. Понятие о геометрическом, кинематическом, динамическом, тепловом подобии и подобии нестационарных процессов.
11. Теоремы теории подобия.
12. Основные принципы моделирования физических процессов. Расчет констант подобия при физическом моделировании.
13. Основы теории размерностей. Основные и производные физические величины. Понятие о размерности физической величины. Формулы размерностей.
14. Алгебра размерностей. Правила математических операций с размерностями физических величин. Составление таблицы размерностей.
15. Безразмерные величины. Зависимые и независимые размерности. Питеорема Бэкингема и метод анализа размерностей.
16. Практическое использование метода анализа размерностей для получения обобщенных критериальных уравнений исследуемых процессов.
17. Средства и методы измерений в экспериментальных исследованиях. Классификация измерений и средств измерений.
18. Структура измерительного прибора. Понятие об измерительном преобразовании и измерительных преобразователях. Основные элементы измерительной цепи и их назначение.
19. Понятие о приборах прямого и уравнивающего преобразования.
20. Автоматические приборы уравнивания. Автоматические мосты, потенциометры, дифференциально-трансформаторные приборы.
21. Метрологические характеристики измерительных приборов.
22. Понятие о погрешностях средств измерения. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности, класс точности приборов, основные и дополнительные, систематические и случайные погрешности.

23. Понятие о полосе погрешностей средства измерений. Аддитивный и мультипликативный характер полосы погрешностей
24. Нормирование погрешностей и обозначение класса точности средств измерений на шкале. Оценка величины основной приборной погрешности в любой точке шкалы по классу точности средства измерений.
25. Классификация измерений.
26. Предварительная оценка погрешностей измерения на стадии подготовки эксперимента. Расчет погрешности прямых статических измерений по паспортным данным приборов.
27. Погрешности косвенных измерений. Принципы суммирования погрешностей. Понятие о линеаризации криволинейных функций.
28. Понятие о жестких и корреляционных связях между величинами. Числовые характеристики корреляционных связей.
29. Особенности сложения коррелированных и статистически независимых погрешностей в процессе косвенных измерений.
30. Основные формулы сложения погрешностей косвенных измерений.
31. Планирование точности измерений при подготовке эксперимента
32. Погрешности результата измерений.
33. Интегральная и дифференциальная функции распределения вероятностей.
34. Математические модели распределения случайных величин.
35. Математические модели случайных функций, используемых при статистической обработке результатов эксперимента
36. Числовые характеристики случайных величин. Параметры положения и рассеяния.
37. Основные математические операции с числовыми характеристиками случайных величин.
38. Понятие выборки. Точечные оценки и требования к ним.
39. Доверительный интервал и надежность результатов эксперимента. Критерий Стьюдента.
40. Общие принципы статистической проверки гипотез. Статистические критерии и выборочные функции.
41. Критерии и методика проверки типовых гипотез (о нормальном распределении, однородности двух дисперсий, однородности дисперсий в нескольких выборках).
42. Совместные измерения. Метод наименьших квадратов. Понятие об аппроксимировании.
43. Общие принципы и методика регрессионного анализа.
44. Регрессионный анализ и ортогональное планирование первого порядка при постановке многофакторных экспериментов
45. Типы математических моделей. Использование метода ортогонального планирования первого порядка при аппроксимировании результатов эксперимента нелинейными функциями.

46. Понятие о планировании эксперимента. Общие требования к плану эксперимента. Критерии оптимальности планов. Основные принципы планирования.
47. Оптимальные планы дробно-факторного эксперимента.
48. Понятие оптимизации (критерий оптимизации, управляющие параметры, целевая функция (функция отклика), математическая модель целевой функции, задача многофакторной оптимизации, методы достижения экстремума, аналитические условия существования экстремума, экстремальный эксперимент).
49. Суть основной стратегии и шагового принципа планирования экстремального эксперимента.
50. Основные методы поисковой оптимизации, их суть, достоинства и недостатки.
51. Алгоритм метода покоординатного спуска (подъема) Гаусса-Зайделя. Этапы поисковой оптимизации.
52. Понятие о градиенте целевой функции и общей стратегии градиентных методов поиска экстремума.
53. Алгоритм реализации классического метода градиентного подъема (спуска). Главный недостаток этого метода.
54. Суть и главное достоинство усовершенствованной версии градиентного метода Кифера-Вольфовица. Алгоритм реализации метода Кифера-Вольфовица.
55. Метод крутого восхождения Бокса-Уилсона. Главные достоинства и процедура реализации метода Бокса-Уилсона.
56. Симплексный метод планирования экстремальных экспериментов. Понятие симплекса в многофакторном гиперпространстве. Требования к ориентации начального симплекса в  $q$ -мерном факторном пространстве. Процедура ПСМ.
57. Область применения и общие положения методов центрального композиционного планирования (ЦКП) второго порядка. Требуемое и фактическое число опытов. Основные и звездные точки.
58. Основа стратегии композиционного планирования. Структура нормализованной матрицы. Графические интерпретации центральных композиционных планов второго порядка.
59. Основные принципы ортогонального центрального композиционного планирования (ОЦКП) второго порядка.
60. Методика замены переменных при ортогональном центральном композиционном планировании второго порядка, особенности определения звездного плеча, основные параметры ОЦКП, ортогональная матрица плана.
61. Расчет коэффициентов регрессии условной математической модели, правило перехода от условной математической модели к обычному виду нормализованного уравнения регрессии.
62. Особенность процедуры оценки значимости коэффициентов математических моделей, построенных методом ОЦКП второго порядка.
63. Оценка адекватности математической модели и переход от нормализованных переменных к натуральным на заключительной стадии реализации плана ОЦКП второго порядка.

64. Особенности планирования второго порядка с использованием методики РЦКП.

65. Расчет дисперсий воспроизводимости и адекватности при реализации планов РЦКП.

66. Основные достоинства и недостатки методов ОЦКП и РЦКП.

### **Вопросы для экзамена**

Действующим учебным планом экзамен не предусмотрен.

### **Тестовые задания по дисциплине** (представлены в приложениях 2, 3 и 4)

Приложение 2. Тестовые задания по темам 1, 2

Приложение 3. Тестовые задания по темам 3, 4

Приложение 4. Тестовые задания по темам 6, 7

### **14. Образовательные технологии**

Для реализации творческой активности аспирантов в учебном процессе используются следующие современные образовательные технологии, дающие возможность повышать качество образования, более эффективно использовать время, отведенное на выполнение самостоятельной работы: проблемное обучение, исследовательские методы в обучении, обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа), информационно-коммуникационные технологии.

В частности, для эффективного контроля за самостоятельной работой аспирантов периодически устраиваются научные семинары, на которых аспиранты выступают с докладами, подготовленными по заданиям научных руководителей. На таких семинарах в режиме мультимедийной презентации аспирантами представляются тематические обзоры по специальным вопросам экспериментальных исследований, а также обсуждаются результаты НИР, полученные аспирантами в процессе подготовки своих кандидатских диссертаций. После основного доклада все обсуждения и дискуссии проводятся в режиме круглого стола.

Для контроля качества усвоения обязательного учебного материала используется компьютерное тестирование аспирантов, для проведения которого имеется специально разработанный комплект тестов в среде АФТ, который размещен в компьютерной сети СГТУ. Тексты тестовых заданий по данному курсу, разбитые на три тематических модуля, представлены в приложениях 1-3 к настоящей рабочей программе.

Реализация исследовательских методов обучения, необходимых для формирования у аспирантов соответствующих компетенций и навыков, осуществляется в рамках данного курса путем выполнения индивидуальных заданий, связанных с планированием эксперимента и математической обработкой результатов.

### **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

*(позиции раздела пронумерованы сквозной нумерацией и на них имеются ссылки из 5-13 разделов)*

### **Обязательные издания (основная литература):**

1. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в теплотехнике и промышленной теплоэнергетике: Учеб. пособие. 2-е изд., доп. / Б.А. Семенов – СПб: Изд-во «Лань», 2013. – 400 с. - Режим доступа НТБ СГТУ-10 экз. (2009 г. – 40 экз.)
2. Ли Р.И. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.И. Ли — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 190 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22903>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Афанасьев А.А. Погонин А.А., Схиртладзе А.Г. Физические основы измерений / Учебник для студентов вузов. Гриф УМО вузов России / М.: изд-во Academia (Академпресс), 2010, -240 с. - Режим доступа НТБ СГТУ-20 экз.

### **Дополнительные издания:**

4. Рогов В.А. Методика и практика технических экспериментов / В.А. Рогов, Г.Г. Позняк. – М.: Изд. центр “Академия”, 2005. – 288 с. - Режим доступа НТБ СГТУ-16 экз.
5. Румянцев А.В. Теория и практика теплофизического эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Румянцев. — Электрон. текстовые данные. — Калининград: Российский государственный университет им. Иммануила Канта, 2011.— 71 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23939>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
6. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учеб. пособие для магистров / Н. И. Сидняев. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2012. - 399 с. - Режим доступа НТБ СГТУ-1 экз.
7. Клаассен, К. Б. Основы измерений : датчики и электронные приборы : учеб. пособие / К. Б. Клаассен ; пер. с англ.: Е. В. Воронова, А. Л. Ларина. - 4-е изд. - Долгопрудный : ИД "Интеллект", 2012. – 351 с. - Режим доступа НТБ СГТУ- 20 экз.
8. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В. Новицкий, 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. 1991. – 304 с. - Режим доступа НТБ СГТУ- 8 экз.
9. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 279 с. - Режим доступа НТБ СГТУ- 5 экз. (1971 г. – 16 экз.)

### **Периодические издания из фонда библиотеки**

(Центральные журналы, рекомендованные ВАК)

10. Вестник Саратовского государственного технического университета (2010-2015): <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9567>.
11. Вестник МЭИ (Московского энергетического института) (2010-2015): <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8518>.
12. Доклады Академии наук: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7781> (2010-2015).
13. Журнал технической физики: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7801> (2010-2015).
14. Альтернативная энергетика и экология (2010-2015): <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8395>
15. Промышленная энергетика: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7968> (2010-2015).
16. Известия РАН. Энергетика: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9333> (2010-2015).
17. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7722> (2010-2015).
18. Письма в международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология» (2010-2015): <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9987>

### **Интернет-ресурсы**

19. ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Издание официальное – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 18 с. - Режим доступа: <http://www.gostinform.ru/gosty/gost-24026-80.shtml>.
20. ГОСТ Р 8.563-2009 Методики (методы) измерений. Издание официальное – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2011. – 20 с. - Режим доступа: <http://gostinform.ru/gosty/gost-r-8.563-2009.shtml>
21. ГОСТ 8.207-76 ГСИ Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Издание официальное – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 10 с. - Режим доступа: <http://gostinform.ru/gosty/gost-8.207-76.shtml>.

22. ГОСТ 8.401-80 ГСИ Классы точности средств измерений. Издание официальное – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 13 с. - Режим доступа: <http://gostinform.ru/gosty/gost-8.401-80.shtml>

23. Система статистического анализа данных: <http://www.pageinsider.com/statsoft.ru>

24. Специальная литература по планированию эксперимента и математической статистике: <http://www.twirpx.com/file/173178/>

25. Справочники, каталоги, таблицы, программы, научные статьи сборники: <http://www.twirpx.com/files/mathematics/experimentplanning>

26. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массообмена: <http://www.chtivo.ru/book/1620805/>

27. Физические основы измерений: <http://www.booksiti.net.ru/books/13095400>

28. <http://twi.mpei.ac.ru/ТТНВ>, (<http://www.vpu.ru/mas>), Учебный сетевой ресурс “Интерактивные WEB-справочники по теплоэнергетике” Копылов А.С., Кондакова Г.Ю., Орлов К.А., Очков В.Ф., Чудова Ю.В., Яньков Г.Г.

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

Для мультимедийного сопровождения лекций по всем темам, предусмотренным рабочей программой данного курса, используется стационарно установленная мультимедийная техника и комплект специально подготовленных слайдов, демонстрируемых в режиме презентации.

Для информационного сопровождения НИР аспирантам СГТУ открыт доступ к ресурсам полнотекстовых изданий центральных сетевых электронных библиотечных систем ЭБС: «Электронная библиотека технического вуза», «IPRbooks», электронной библиотеки периодических научных изданий «eLibrary.ru», библиотеке электронных журналов, выписываемых СГТУ, а также базам интернет-ресурсов ряда ведущих зарубежных научных изданий. Доступ осуществляется по паролю из компьютерной сети СГТУ.

Для контроля качества усвоения обязательного учебного материала используется компьютерное тестирование, материально-техническим обеспечением которого служит комплект тестов в среде AFT, специально разработанный для данного курса и размещенный в компьютерной сети СГТУ.

Для выполнения индивидуальных заданий и интенсификации самостоятельной работы аспирантов в СГТУ имени Гагарина Ю.А. имеются следующие лицензионные программы, доступ к которым обеспечен в учебных аудиториях:

### **Графические среды:**

Autodesk AutoCad, Adobe PhotoStudio CS2, АСКОН Компас АСКОН Компас 3D, CorelDraw Graphics Suite X6.

### **Офисные среды:**

Microsoft Office, doPDF, Adobe Reader, WinRar, DJVU reader, Screen Media (интерактивная доска).

### **Тестовые программы:**

Ast Test Player

## Карта компетенций и фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации

### Карта компетенций

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
<b>ОПК-1</b> владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основы теории подобия физических процессов и принципы физического, математического и аналогового моделирования объектов профессиональной деятельности; основные типы математических моделей (ОПК-1.1).
	<b>Знать:</b> устройство и метрологические характеристики измерительных приборов; методы измерения и обработки результатов (ОПК-1.2).
	<b>Уметь:</b> применять метод анализа размерностей для получения критериальных уравнений, отражающих зависимости между комплексами физических величин (ОПК-1.1).
	<b>Уметь:</b> производить прямые и косвенные измерения, оценивать их погрешности с заданной доверительной вероятностью (ОПК-1.2).  <b>Владеть:</b> общей методологией научного поиска; математическим аппаратом теории размерностей; прикладными методами обобщения результатов исследования(ОПК-1.1). <b>Владеть:</b> методами оценки приборных погрешностей при выполнении прямых и косвенных измерений (ОПК-1.2).
<b>ОПК-3</b> способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные положения математической статистики и теории вероятностей; методы планирования и требования к планам многофакторного эксперимента (ОПК-3.1).
	<b>Знать:</b> основные методы поисковой оптимизации: покоординатные, градиентные и симплексные методы движения к оптимуму; общие положения и методы планирования второго порядка (ОПК-3.2).
	<b>Уметь:</b> составлять ортогональные матрицы планов ПФЭ и ДФЭ первого порядка; разрабатывать новые методы исследования на основе методологии планирования активного многофакторного эксперимента, получать эмпирические зависимости с оценкой их адекватности и воспроизводимости при помощи статистических критериев(ОПК-3.1). <b>Уметь:</b> выполнять планирование эксперимента при поиске оптимальных условий(ОПК-3.2).
<b>Владеть:</b> методами определения числовых характеристик случайных величин и статистической оценки параметров на основе ограниченной выборки; статистическими методами оценки доверительного интервала и надежности результатов эксперимента; прикладными методами проверки основных статистических гипотез (ОПК-3.1). <b>Владеть:</b> методикой построения ортогональных матриц планов ПФЭ и ДФЭ при постановке многофакторных экспериментов; методикой регрессионного анализа; стандартными приемами линеаризации функций, используемыми при аппроксимировании экспериментальных данных полиномами первого порядка; методами движения к оптимуму при постановке экстремального эксперимента; методами планирования второго порядка: ОЦКП и РЦКП (ОПК-3.2).	

## Критерии оценки зачета

«не зачтено»	Аспирант демонстрирует недостаточный уровень владения общепрофессиональными (ОПК-1) профессиональными (ОПК-3) компетенциями, а именно: демонстрирует бессистемные знания материала, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал или вообще отказывается от ответа
«зачтено»	Аспирант обнаруживает высокий уровень владения, общепрофессиональными (ОПК-1) профессиональными (ОПК-3) компетенциями, а именно: глубокое, полное знание содержания материала и последних достижений в методике организации прикладных научных исследований и планирования инженерного эксперимента, понимает сущность методологии регрессионного анализа, методов проверки статистических гипотез, умеет оценивать адекватность математических моделей, определять погрешности результатов эксперимента с заданной доверительной вероятностью, умеет анализировать полученные результаты. Способен аргументировать свои суждения, грамотно применять профессиональную терминологию, связно излагать свои ответы на конкретно поставленные вопросы.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

для проверки знаний аспирантов направления 13.06.01 «Электро- и теплотехника» по дисциплине  
«Методы научного исследования» (темы 1 и 2)

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
1	Какое определение понятию “эксперимент” установлено ГОСТом 24026-80	Воспроизведение исследуемого явления или процесса в определенных условиях с обеспечением возможности регистрации результатов	Система операций, воздействий и наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях	Процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью	Получение информации об объекте исследования или изучаемом процессе опытным путем в результате испытаний или моделирования
2	Какое определение понятию “опыт” установлено ГОСТом 24026-80	Воспроизведение исследуемого явления или процесса в определенных условиях с обеспечением возможности регистрации результатов	Система операций, воздействий и наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях	Процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью	Получение информации об объекте исследования или изучаемом процессе опытным путем в результате испытаний или моделирования
3	Какое определение понятию “планирование эксперимента” установлено ГОСТом 24026-80	Воспроизведение исследуемого явления или процесса в определенных условиях с обеспечением возможности регистрации результатов	Система операций, воздействий и наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях	Процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью	Получение информации об объекте исследования или изучаемом процессе опытным путем в результате испытаний или моделирования

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
4	Какая из перечисленных математических моделей используется для описания физических процессов, все определяющие факторы которых являются качественными (например, тип оборудования, вид топлива, номер варианта) ?	Регрессионная	Дисперсионная	Ковариационная	Полиномиальная
5	Какая из перечисленных математических моделей используется для описания физических процессов, все определяющие факторы которых являются количественными (например, расход топлива, коэффициент избытка воздуха, температура питательной воды) ?	Регрессионная	Дисперсионная	Ковариационная	Полиномиальная
6	Какая из перечисленных математических моделей используется для описания физических процессов, определяющие факторы которых могут быть как качественными, так и количественными (например, вид топлива, расход топлива, коэффициент избытка воздуха, тип котла)?	Регрессионная	Дисперсионная	Ковариационная	Полиномиальная
7	Какая из четырех представленных математических моделей является полиномиальной ?	$y = b_0 x_1^n x_2^m$	$y = b_0 e^{\pm(k_1 x_1 + k_2 x_2)}$	$y = \frac{x^n}{b_0 + kx^m}$	$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{1,2} x_1 x_2 + b_{1,1} x_1^2 + b_{2,2} x_2^2$
8	В чем заключается условие подобия физических процессов ?	В равенстве всех констант подобия (геометрической, кинематической, динамической, тепловой и временной)	В строгой пропорциональности значений всех размерных параметров изучаемого процесса	В равенстве одноименных критериев подобия	В полной идентичности веществ и рабочих сред, участвующих в процессе (равенстве их физических характеристик)

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
9	Как называются явления разной физической природы, описываемые одинаковыми по форме дифференциальными уравнениями ?	Разнородные	Аналогичные	Качественно одинаковые	Явления одной группы
10	Как называются явления одной физической природы, описываемые одинаковыми по форме дифференциальными уравнениями, но различающиеся условиями однозначности ?	Разнородные	Аналогичные	Качественно одинаковые	Явления одной группы
11	Как называются явления одной физической природы, описываемые одинаковыми по форме дифференциальными уравнениями и одинаковыми по форме и содержанию условиями однозначности ?	Разнородные	Аналогичные	Качественно одинаковые	Явления одной группы
12	Равенство каких одноименных критериев является необходимым условием подобия физических процессов ?	Определяющих	Определяемых	Всех	Гидромеханических
13	Какая из перечисленных теорем, определяет необходимое условие подобия физических процессов ?	теорема Ньютона	теорема Федермана	$\pi$ -теорема Бэкингема	теорема Гухмана-Кирпичева
14	Какая из перечисленных теорем, определяет достаточное условие подобия физических процессов, являясь научной основой физического моделирования ?	теорема Ньютона	теорема Федермана	$\pi$ -теорема Бэкингема	теорема Гухмана-Кирпичева
15	Равенство каких одноименных критериев является достаточным условием подобия физических процессов ?	Определяющих	Определяемых	Всех	Гидромеханических
16	Какой из критериев подобия определяется выражением $\nu \cdot L_o / \nu = ?$	Грасгофа <b>Gr</b>	Прандтля, <b>Pr</b>	Рейнольдса, <b>Re</b>	Фурье, <b>Fo</b>
17	Какой из критериев подобия определяется выражением $a \cdot \tau / \delta^2 = ?$	Грасгофа <b>Gr</b>	Прандтля, <b>Pr</b>	Рейнольдса, <b>Re</b>	Фурье, <b>Fo</b>

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
18	Какой из критериев подобия определяется выражением $v/a = ?$	Грасгофа <b>Gr</b>	Прандтля, <b>Pr</b>	Рейнольдса, <b>Re</b>	Фурье, <b>Fo</b>
19	Какой из критериев подобия определяется выражением $g \cdot L_o^3 \cdot \beta \cdot \Delta t / v^2 = ?$	Грасгофа <b>Gr</b>	Прандтля, <b>Pr</b>	Рейнольдса, <b>Re</b>	Фурье, <b>Fo</b>
20	Какой из критериев подобия определяется выражением $\alpha \cdot L_o / \lambda_m = ?$	Архимеда, <b>Ar</b>	Био, <b>Bi</b>	Кирпичева, <b>Ki</b>	Эйлера, <b>Eu</b>
21	Какой из критериев подобия определяется выражением $q \cdot \delta / [\lambda_m \cdot (t_f - t_o)] = ?$	Архимеда, <b>Ar</b>	Био, <b>Bi</b>	Кирпичева, <b>Ki</b>	Эйлера, <b>Eu</b>
22	Какой из критериев подобия определяется выражением $g \cdot L_o^3 \cdot (\rho_o - \rho) / (\rho \cdot v^2) = ?$	Архимеда, <b>Ar</b>	Био, <b>Bi</b>	Кирпичева, <b>Ki</b>	Эйлера, <b>Eu</b>
23	Какой из критериев подобия определяется выражением $\Delta P / (v^2 \cdot \rho) = ?$	Архимеда, <b>Ar</b>	Био, <b>Bi</b>	Кирпичева, <b>Ki</b>	Эйлера, <b>Eu</b>
24	Какой из критериев подобия определяет взаимное подобие скоростных и температурных полей двужущегося потока ?	Пекле, <b>Pe</b>	Био, <b>Bi</b>	Прандтля, <b>Pr</b>	Рейнольдса, <b>Re</b>
25	Какой из критериев подобия численно характеризует соотношение внутреннего и внешнего термических сопротивлений ?	Пекле, <b>Pe</b>	Био, <b>Bi</b>	Прандтля, <b>Pr</b>	Рейнольдса, <b>Re</b>
26	Какой из критериев подобия численно определяет соотношение между силами инерции и молекулярного трения в потоке ?	Пекле, <b>Pe</b>	Био, <b>Bi</b>	Прандтля, <b>Pr</b>	Рейнольдса, <b>Re</b>
27	Какой из критериев подобия является мерой соотношения конвективного и молекулярного переноса теплоты в потоке ?	Пекле, <b>Pe</b>	Био, <b>Bi</b>	Прандтля, <b>Pr</b>	Рейнольдса, <b>Re</b>
28	Какое принципиальное различие существует между критериями <b>Nu</b> и <b>Bi</b> , имеющими сходный вид математической записи определяющих выражений ?	В выражение <b>Nu</b> входит $\lambda$ жидкости, а в <b>Bi</b> - $\lambda$ твердого тела	В выражении <b>Nu</b> а - коэффициент теплоотдачи, а в <b>Bi</b> - тепловосприятя	В выражении <b>Nu</b> а - коэффициент тепловосприятя, а в <b>Bi</b> - теплоотдачи	В выражение <b>Nu</b> входит $\lambda$ твердого тела, а в <b>Bi</b> - $\lambda$ жидкости

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
29	Для какой из форм подобия определяющим является условие о параллельности и пропорциональности скоростей потока в сходственных точках подобных систем ?	Динамическое подобие	Кинематическое подобие	Тепловое подобие	Подобие нестационарных процессов
30	Для какой из форм подобия определяющим является условие о параллельности и пропорциональности действующих сил в сходственных точках подобных систем ?	Динамическое подобие	Кинематическое подобие	Тепловое подобие	Подобие нестационарных процессов
31	Для какой из форм подобия определяющим является условие о пропорциональности соответствующих промежутков времени в подобных системах ?	Динамическое подобие	Кинематическое подобие	Тепловое подобие	Подобие нестационарных процессов
32	Чему должно быть равно произведение констант подобия для соблюдения условий подобия при физическом моделировании процессов ?	Соотношению размеров модели и натуре	Единице	Соотношению скоростей	Соотношению сил
33	Какое значение должна иметь константа кинематического подобия при моделировании гидромеханических процессов на геометрически подобной модели в масштабе М:1/10 в случае использования для продувок идентичной жидкой среды ?	$C_v = 0,1$	$C_v = 1$	$C_v = 10$	$C_v = 100$
34	Какое значение должна иметь константа кинематического подобия при моделировании гидромеханических процессов на геометрически подобной модели в масштабе М:1/10 в случае использования для продувок жидкой среды с кинематической вязкостью в 10 раз большей?	$C_v = 0,1$	$C_v = 1$	$C_v = 10$	$C_v = 100$

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
35	Какое значение должна иметь константа динамического подобия при моделировании гидромеханических процессов на геометрически подобной модели в масштабе М:1/10 в случае использования для продувок идентичной жидкой среды ?	$C_f = 0,1$	$C_f = 1$	$C_f = 10$	$C_f = 100$
36	Какое количество физических величин используется в качестве основных в механике?	7	5	4	3
37	Какое количество физических величин используется в качестве основных в теплотехнике ?	7	5	4	3
38	Каково общее количество основных физических величин, используемых во всех отраслях современной науки ?	7	5	4	3
39	Какое из выражений определяет размерность силы $\dim \mathbf{F} = ?$	$LT^{-2}$	$LT^{-1}$	$LMT^{-2}$	$1Н = 1 \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$
40	Какое из выражений определяет размерность величины “количество теплоты” $\dim \mathbf{Q} = ?$	$L^2MT^{-2}$	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	$MT^{-3}\theta^{-1}$	$LMT^{-3}\theta^{-1}$
41	Какое из выражений определяет размерность величины “удельная теплоемкость” $\dim c = ?$	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	$MT^{-3}\theta^{-1}$	$MT^{-3}$	$LMT^{-3}\theta^{-1}$
42	Какое из выражений определяет размерность величины “энтальпия” $\dim h = ?$	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	$MT^{-3}\theta^{-1}$	$L^2T^{-2}$	$LMT^{-3}\theta^{-1}$
43	Какое из выражений определяет размерность величины “удельный тепловой поток” $\dim q = ?$	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	$MT^{-3}\theta^{-1}$	$MT^{-3}$	$LMT^{-3}\theta^{-1}$
44	Какое из выражений определяет размерность величины “коэффициент теплоотдачи” $\dim \alpha = ?$	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	$MT^{-3}\theta^{-1}$	$MT^{-3}$	$LMT^{-3}\theta^{-1}$
45	Какое из выражений определяет размерность величины “теплопроводность” $\dim \lambda = ?$	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$	$MT^{-3}\theta^{-1}$	$MT^{-3}$	$LMT^{-3}\theta^{-1}$

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
46	Какова размерность основной физической величины ?	= $\pi$	= 1	= 0	Совпадает с ее символом
47	Какова размерность безразмерной величины ?	= $\pi$	= 1	= 0	Совпадает с ее символом
48	Размерности каких физических величин являются независимыми ?	$\rho$ – плотность; $v$ - скорость; $P$ - давление	$\alpha$ – коэффициент теплоотдачи; $d$ - диаметр; $\lambda$ -теплопроводность	$v$ - скорость; $d$ - диаметр; $\nu$ –вязкость кинематическая	$\rho$ – плотность; $v$ - скорость; $F$ – сила
49	На сколько единиц удастся сократить число определяющих параметров математической модели исследуемого процесса в случае предварительного представления математического описания в критериальном виде ?	На число размерных физических величин, имеющих зависимые размерности	На число размерных физических величин, имеющих независимые размерности	На одну единицу	На две единицы
50	Как называются средства измерений, предназначенные для воспроизведения физических величин заданного размера ?	Измерительные преобразователи	Меры	Измерительные приборы	Датчики
51	Как называются средства измерений, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации в форме доступной для восприятия ?	Измерительные преобразователи	Меры	Измерительные приборы	Датчики
52	Что должна показывать стрелка указателя прибора прямого преобразования в момент выполнения измерения	Ноль	Значение измеряемой величины	Относительную погрешность измерения	Абсолютную погрешность измерения
53	Что должна показывать стрелка указателя прибора уравновешивания в момент выполнения измерения ?	Ноль	Значение измеряемой величины	Относительную погрешность измерения	Абсолютную погрешность измерения
54	Какой из перечисленных вторичных приборов предназначен для работы с датчиком, преобразующим первичный сигнал в механическое перемещение штока ?	Неуравновешенный мост	Автоматический потенциометр	Дифференциально-трансформаторный прибор	Автоматический мост сопротивлений

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
55	Какой из перечисленных вторичных приборов предназначен для работы с датчиком, преобразующим первичный сигнал в ЭДС постоянного тока ?	Неуравновешенный мост	Автоматический потенциометр	Дифференциально-трансформаторный прибор	Автоматический мост сопротивлений
56	Какие метрологические характеристики средств измерений являются динамическими	Функция преобразования; чувствительность; цена деления	Порог чувствительности; диапазон показаний; диапазон измерений	Вариация; основная погрешность	Фазо-частотная и амплитудно-частотная характеристики; постоянная времени; время отклика; время запаздывания
57	Какая из погрешностей средства измерений вызвана отклонениями от нормальных условий работы ?	Аддитивная	Мультипликативная	Основная	Дополнительная
58	При каком характере полосы <b>абсолютная погрешность</b> средства измерений одинакова во всех точках шкалы	При аддитивном	При мультипликативном	При случайном	При систематическом
59	При каком характере полосы <b>относительная погрешность</b> средства измерений одинакова во всех точках шкалы	При аддитивном	При мультипликативном	При случайном	При систематическом
60	Что означает следующий символ, нанесенный на шкалу прибора ? 	Класс точности прибора 1,5 при аддитивном характере полосы погрешностей	Класс точности прибора 1,5 при мультипликативном характере полосы погрешностей	Класс точности прибора 1,5 при аддитивно-мультипликативном характере полосы погрешностей	Класс точности прибора 1,5 при резко неравномерной шкале
61	Какие погрешности могут быть легко исключены из результата измерений путем введения поправок ?	Относительные	Приведенные	Систематические	Случайные

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
62	Какие неисключаемые нормативные значения абсолютной ( $\Delta y$ ) и относительной ( $\delta$ ) приборной погрешности могут содержаться в измеренной величине $y = 50$ единиц, если для измерения использовался прибор с диапазоном измерений от 0 до 100 единиц, на шкале которого класс точности указан цифрой: <b>2.5</b> ?	$\Delta y = 2,5$ ед; $\delta = 2,5\%$	$\Delta y = 2,5$ ед; $\delta = 5\%$	$\Delta y = 3,75$ ед; $\delta = 7,5\%$	$\Delta y = 1,25$ ед; $\delta = 2,5\%$
63	Какие неисключаемые нормативные значения абсолютной ( $\Delta y$ ) и относительной ( $\delta$ ) приборной погрешности могут содержаться в измеренной величине $y = 50$ единиц, если для измерения использовался прибор с диапазоном измерений от 0 до 100 единиц, на шкале которого класс точности указан цифрой: <b>2.5</b> ?	$\Delta y = 2,5$ ед; $\delta = 2,5\%$	$\Delta y = 2,5$ ед; $\delta = 5\%$	$\Delta y = 3,75$ ед; $\delta = 7,5\%$	$\Delta y = 1,25$ ед; $\delta = 2,5\%$
64	Какие неисключаемые нормативные значения абсолютной ( $\Delta y$ ) и относительной ( $\delta$ ) приборной погрешности могут содержаться в измеренной величине $y = 50$ единиц, если для измерения использовался прибор с диапазоном измерений от 0 до 100 единиц, на шкале которого класс точности указан цифрами: <b>2.5 / 5</b> ?	$\Delta y = 2,5$ ед; $\delta = 2,5\%$	$\Delta y = 2,5$ ед; $\delta = 5\%$	$\Delta y = 3,75$ ед; $\delta = 7,5\%$	$\Delta y = 1,25$ ед; $\delta = 2,5\%$
65	Средняя скорость воздушного потока $v_{cp}$ по двум измерениям, выполненным с погрешностью $\Delta v_i = \pm 1,41$ м/с составила 20 м/с. Какие значения абсолютной, $\Delta v_{cp}$ , и относительной, $\delta(v_{cp})$ , погрешностей содержит средний результат измерения ?	$\Delta v_{cp} = \pm 1,41$ м/с $\delta(v_{cp}) = \pm 7,07\%$	$\Delta v_{cp} = \pm 2,82$ м/с $\delta(v_{cp}) = \pm 14,14\%$	$\Delta v_{cp} = \pm 1$ м/с $\delta(v_{cp}) = \pm 5\%$	$\Delta v_{cp} = \pm 2$ м/с $\delta(v_{cp}) = \pm 10\%$

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
66	Плотность воздуха определяется косвенным путем по формуле $\rho = 353/T$ . Какие значения абсолютной, $\Delta\rho$ , и относительной, $\delta(\rho)$ , погрешностей содержит значение плотности воздуха при температуре $80\text{ }^\circ\text{C}$ , если погрешность измерения этой температуры $\pm 3,53\text{ }^\circ\text{C}$ ?	$\Delta\rho = \pm 0,01\text{ кг/м}^3$ $\delta(\rho) = \pm 1\%$	$\Delta\rho = \pm 0,0441\text{ кг/м}^3$ $\delta(\rho) = \pm 4,41\%$	$\Delta\rho = \pm 0,0353\text{ кг/м}^3$ $\delta(\rho) = \pm 3,53\%$	$\Delta\rho = \pm 1\text{ кг/м}^3$ $\delta(\rho) = \pm 1\%$
67	Какие значения абсолютной, $\Delta v$ , и относительной, $\delta(v)$ , погрешностей могут содержаться в скорости $v$ воздушного потока, определенной косвенным путем по формуле $v = \sqrt{2 \cdot P_{\text{дин}} / \rho}$ , при $P_{\text{дин}} = 32\text{ Па}$ и $\rho = 1\text{ кг/м}^3$ , если погрешности измерения $\delta(P_{\text{дин}}) = \pm 4\%$ и $\delta(\rho) = \pm 3\%$ ?	$\Delta v = \pm 0,28\text{ м/с}$ $\delta(v) = \pm 3,5\%$	$\Delta v = \pm 0,4\text{ м/с}$ $\delta(v) = \pm 5\%$	$\Delta v = \pm 0,2\text{ м/с}$ $\delta(v) = \pm 2,5\%$	$\Delta v = \pm 0,64\text{ м/с}$ $\delta(v) = \pm 8\%$
68	Какие значения абсолютной, $\Delta D$ , и относительной, $\delta(D)$ , погрешностей может содержать в себе результат косвенного определения диаметра $D, \text{м}$ , круглого воздуховода, полученный по наружному обмеру длины окружности $L = 3,14\text{ м}$ с погрешностью $\pm 1,57\text{ см}$ ?	$\Delta D = \pm 1,57\text{ см}$ $\delta(D) = \pm 0,5\%$	$\Delta D = \pm 1,57\text{ см}$ $\delta(D) = \pm 1,57\%$	$\Delta D = \pm 4,93\text{ см}$ $\delta(D) = \pm 1,57\%$	$\Delta D = \pm 0,5\text{ см}$ $\delta(D) = \pm 0,5\%$
69	Какие значения абсолютной, $\Delta F$ , и относительной, $\delta(F)$ , погрешностей может содержать в себе результат косвенного определения площади сечения $F, \text{м}^2$ , круглого воздуховода, вычисленный по величине внутреннего диаметра $d = 2\text{ м}$ , измеренной с погрешностью $\Delta d = \pm 2\text{ см}$ ?	$\Delta F = \pm 0,0314\text{ м}^2$ $\delta(F) = \pm 1\%$	$\Delta F = \pm 0,0628\text{ м}^2$ $\delta(F) = \pm 2\%$	$\Delta F = \pm 0,0157\text{ м}^2$ $\delta(F) = \pm 0,5\%$	$\Delta F = \pm 4\text{ см}^2$ $\delta(F) = \pm 0,000127\%$

70	Какие значения абсолютной, $\Delta Q$ , и относительной, $\delta(Q)$ , погрешностей может содержать в себе результат косвенного определения объемного расхода $Q$ , м <sup>3</sup> /с, вычисленный по значениям средней скорости потока $v_{cp} = 10$ м/с и площади сечения канала $F = 1$ м <sup>2</sup> , измеренным с погрешностями $\Delta v_{cp} = \pm 0,4$ м/с и $\Delta F = 0,03$ м <sup>2</sup> ?	$\Delta Q = \pm 0,5$ м <sup>3</sup> /с $\delta(Q) = \pm 5\%$	$\Delta Q = \pm 0,401$ м <sup>3</sup> /с $\delta(Q) = \pm 4,01\%$	$\Delta Q = \pm 0,35$ м <sup>3</sup> /с $\delta(Q) = \pm 3,5\%$	$\Delta Q = \pm 0,8$ м <sup>3</sup> /с $\delta(Q) = \pm 8\%$
----	---	---	--	--	---

**Примечание :** Время проведения контроля 90 минут.

Критерии оценки: менее 25 правильных ответов – неудовлетворительно;

от 26 до 45 правильных ответов – удовлетворительно;

от 46 до 60 правильных ответов – хорошо;

от 61 до 70 правильных ответов –отлично.

Составил профессор кафедры ПТ Семенов Б.А.

Утверждено на заседании кафедры протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2015

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

для проверки знаний аспирантов направления 13.06.01 «Электро- и теплотехника» по дисциплине  
 “Методы научного исследования” (темы 3 и 4)

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
1	Какие погрешности могут быть легко исключены из результата измерений путем введения поправок ?	Относительные	Приведенные	Систематические	Случайные
2	Результат непосредственного измерения некоторой величины $Y_i$ составил 20 единиц. Каким значением может быть оценен исправленный результат измерения $y_i = ?$ , если известно, что суммарная систематическая погрешность прибора и метода измерений в данных условиях составляет +5%	25	15	21	19
3	Каким значением может быть оценена вероятность нахождения случайной величины $y$ в интервале от 18 до 20 единиц, $P\{18 < y < 20\} = ?$ , если известны значения интегральной функции распределения вероятностей на границах данного интервала $F_{(y=18)} = 0,6$ ; $F_{(y=20)} = 0,4$ .	$P\{18 < y < 20\} = 18 - 20 = 2$	$P\{18 < y < 20\} = 0,6 - 0,4 = 0,2$	$P\{18 < y < 20\} = (0,6 + 0,4)/2 = 0,5$	$P\{18 < y < 20\} = (0,6 - 0,4)/2 = 0,1$
4	Каким значением может быть оценена средняя плотность вероятности нахождения случайной величины $y$ в интервале от $y_1=18$ до $y_2=20$ единиц, $f(y) = ?$ , если известны значения интегральной функции распределения вероятностей на границах данного интервала $F_{(y=18)} = 0,6$ ; $F_{(y=20)} = 0,4$ .	$f(y) = 18 - 20 = 2$	$f(y) = 0,6 - 0,4 = 0,2$	$f(y) = (0,6 + 0,4)/2 = 0,5$	$f(y) = (0,6 - 0,4)/2 = 0,1$

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
5	Какое числовое значение координаты центра $y_0$ соответствует медиане распределения случайной величины $y$ , если известно, что в точках числовой оси с координатами $y_1=18$ и $y_2=20$ значения интегральной функции распределения вероятностей составляют: $F_{(y=18)} = 0,6$ ; $F_{(y=18)} = 0,4$ .	$y_0 = Me\{y\} = (18 + 20)/2 = 19$	$y_0 = Me\{y\} = 0,6 - 0,4 = 0,2$	$y_0 = Me\{y\} = (0,6 + 0,4)/2 = 0,5$	$y_0 = Me\{y\} = (0,6 - 0,4)/2 = 0,1$
6	Какой принцип положен в основу определения математического ожидания случайной величины в теории вероятностей ?	Принцип максимума плотности вероятностей $f(y) = \max$	Принцип симметрии $F(y) = 0,5$	Принцип среднего арифметического	Принцип равновесия моментов вероятности относительно центра $M = \int_{-\infty}^{+\infty} r \cdot dP = 0$
7	Что является несмещенной, состоятельной, эффективной оценкой математического ожидания случайной величины в математической статистике (при ограниченном числе наблюдений)	Середина интервала гистограммы с наибольшей плотностью	Медиана вероятности	Среднее арифметическое результатов наблюдений	Центр распределения
8	Какой вид имеет формула выборочной дисперсии результата измерений $S_y^2 = ?$	$\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	$\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	$\sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$	$\sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$
9	Какая формула должна использоваться для определения СКО (среднеквадратичного отклонения) результата измерений в случае ограниченной выборки $\Delta S_{\bar{y}} = ?$	$\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	$\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	$\sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$	$\sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
10	Какой вид имеет формула выборочной дисперсии отдельного измерения $S_y^2 = ?$	$\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	$\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	$\sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$	$\sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$
11	Какая формула должна использоваться для определения СКО (среднеквадратичного отклонения) отдельного измерения в случае ограниченной выборки $\Delta S_y = ?$	$\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	$\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$	$\sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$	$\sqrt{\frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$
12	Какому закону подчиняется распределение случайных погрешностей средств измерения?	Закону равномерного распределения	Закону нормального распределения Гаусса	Закону треугольного распределения Симпсона	Трапецеидальному закону
13	Какому закону распределения подчиняется сумма двух равномерно распределенных случайных величин с одинаковыми основаниями	Закону равномерного распределения	Закону нормального распределения Гаусса	Закону треугольного распределения Симпсона	Трапецеидальному закону
14	Какому закону распределения подчиняется сумма двух равномерно распределенных случайных величин с разными основаниями	Закону равномерного распределения	Закону нормального распределения Гаусса	Закону треугольного распределения Симпсона	Трапецеидальному закону
15	Какому закону подчиняется распределение случайных погрешностей в том случае, когда результаты наблюдений формируются под влиянием большого числа независимых факторов, каждый из которых оказывает лишь незначительное воздействие по сравнению с суммарным воздействием всех остальных ?	Закону равномерного распределения	Закону нормального распределения Гаусса	Закону треугольного распределения Симпсона	Трапецеидальному закону

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
16	Какому закону подчиняется распределение суммы квадратов нескольких независимых нормально распределенных стандартных случайных величин ?	Закону Пирсона ( $\chi^2$ -распределение)	Закону Стьюдента (t-распределение)	Закону Фишера (F-распределение)	Закону Кохрэна (G-распределение)
17	Какому закону подчиняется распределение следующей функции двух независимых друг от друга случайных аргументов $x$ и $\chi^2$ : $x / \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \chi^2},$ где $x$ – случайная величина, подчиняющаяся стандартному нормальному распределению Гаусса; $\chi^2$ - случайная величина, подчиняющаяся закону распределения Пирсона.	Закону Пирсона ( $\chi^2$ -распределение)	Закону Стьюдента (t-распределение)	Закону Фишера (F-распределение)	Закону Кохрэна (G-распределение)
18	Какому закону подчиняется распределение отношения двух независимых друг от друга дисперсий, распределенных по закону Пирсона ?	Закону Пирсона ( $\chi^2$ -распределение)	Закону Стьюдента (t-распределение)	Закону Фишера (F-распределение)	Закону Кохрэна (G-распределение)
19	Какому закону подчиняется распределение отношения одной к сумме нескольких других выборочных дисперсий из одной генеральной совокупности ?	Закону Пирсона ( $\chi^2$ -распределение)	Закону Стьюдента (t-распределение)	Закону Фишера (F-распределение)	Закону Кохрэна (G-распределение)
20	Какой уровень доверительной вероятности следует принимать при определении доверительного интервала результата измерений, если характер закона распределения погрешности неизвестен ?	$P = 0,5$	$P = 0,8$	$P = 0,9$	$P = 0,95$

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
21	Какой уровень доверительной вероятности следует принимать при определении доверительного интервала результата измерений в том случае, когда погрешности распределены по нормальному закону ?	$P = 0,5$	$P = 0,8$	$P = 0,9$	$P = 0,95$
22	С использованием какого критерия рассчитывается доверительный интервал	критерия Пирсона	критерия Стьюдента	критерия Фишера	критерия Кохрэна
23	Как связана доверительная вероятность $P$ с уровнем значимости $\alpha$ любых статистических критериев	$P = 1 - \alpha/2$	$P = 1 - 2\alpha$	$P = 1 - \alpha$	$P = \alpha$
24	По какому критерию проверяется гипотеза о нормальном распределении результатов эксперимента ?	По критерию согласия Пирсона	По критерию Стьюдента	По критерию Фишера	По критерию Кохрэна
25	По какому критерию проверяется гипотеза об однородности выборочных дисперсий воспроизводимости в разных точках факторного пространства ?	По критерию согласия Пирсона	По критерию Стьюдента	По критерию Фишера	По критерию Кохрэна
26	По какому критерию проверяется гипотеза об адекватности математической модели исследуемого процесса ?	По критерию согласия Пирсона	По критерию Стьюдента	По критерию Фишера	По критерию Кохрэна
27	Какой минимальный объем выборки необходим для проверки гипотезы с использованием критерия Пирсона ?	$n = 15$	$n = 20$	$n = 30$	$n = 50$
28	Выполнение какого из перечисленных условий необходимо для принятия основных гипотез ?	Фактическое значение критерия меньше табличного	Фактическое значение критерия больше табличного	Фактическое значение критерия равно табличному	Фактическое значение критерия не равно табличному

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
29	Суть какого из перечисленных методов математической обработки экспериментальных данных отражает следующая формулировка: <i>наилучшим приближением к истинной зависимости между физическими величинами является такая функция, сумма квадратов отклонений которой от экспериментальных точек минимальна?</i>	Метода корреляционного анализа	Метода дисперсионного анализа	Метода ковариационного анализа	Метода наименьших квадратов (МНК)
30	Как называется статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных, используемый при воздействии на отклик только количественных факторов и основанный на сочетании аппарата МНК и техники статистической проверки гипотез?	Корреляционный анализ	Дисперсионный анализ	Ковариационный анализ	Регрессионный анализ
31	Какие задачи решаются в процессе корреляционного анализа?	Количественно оценивается теснота связи между случайными величинами и проверяется статистическая гипотеза о существовании зависимости между ними	Статистически оценивается существенность влияния на отклик изменений каждого из нескольких качественных факторов.	Оценивается влияние на отклик всех качественных факторов и оценивается значимость коэффициентов при количественных переменных	Определяются коэффициенты аппроксимирующей функции, оценивается их значимость и проверяется адекватность математической модели
32	Какие задачи решаются в процессе регрессионного анализа?	Количественно оценивается теснота связи между случайными величинами и проверяется статистическая гипотеза о существовании зависимости между ними	Статистически оценивается существенность влияния на отклик изменений каждого из нескольких качественных факторов.	Оценивается влияние на отклик всех качественных факторов и оценивается значимость коэффициентов при количественных переменных	Определяются коэффициенты аппроксимирующей функции, оценивается их значимость и проверяется адекватность математической модели

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
33	Какие задачи решаются в процессе дисперсионного анализа ?	Количественно оценивается теснота связи между случайными величинами и проверяется статистическая гипотеза о существовании зависимости между ними	Статистически оценивается существенность влияния на отклик изменений каждого из нескольких качественных факторов.	Оценивается влияние на отклик всех качественных факторов и оценивается значимость коэффициентов при количественных переменных	Определяются коэффициенты аппроксимирующей функции, оценивается их значимость и проверяется адекватность математической модели
34	Какие задачи решаются в процессе ковариационного анализа ?	Количественно оценивается теснота связи между случайными величинами и проверяется статистическая гипотеза о существовании зависимости между ними	Статистически оценивается существенность влияния на отклик изменений каждого из нескольких качественных факторов.	Оценивается влияние на отклик всех качественных факторов и оценивается значимость коэффициентов при количественных переменных	Определяются коэффициенты аппроксимирующей функции, оценивается их значимость и проверяется адекватность математической модели
35	Для чего при планировании эксперимента используют прием, называемый нормализацией факторов ?	Для получения матрицы плана, удовлетворяющей условию симметрии	Для получения матрицы плана, удовлетворяющей условию нормировки	Для получения матрицы плана, удовлетворяющей условию ортогональности	Для получения матрицы плана, одновременно удовлетворяющей всем трем предыдущим условиям

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
36	Какие матрицы и планы эксперимента удовлетворяют условию симметрии относительно центра ?	Такие, в которых суммы квадратов элементов (уровней каждого фактора) в пределах соответствующего вектор-столбца равны числу опытов	Такие, в которых алгебраические суммы элементов в пределах соответствующего вектор-столбца равны нулю	Такие, в которых суммы всех построчных произведений элементов двух любых вектор-столбцов равны нулю	Такие, которые обеспечивают одинаковую точность предсказания отклика на равных расстояниях от центральной точки плана
37	Какие матрицы и планы эксперимента удовлетворяют условию нормировки ?	Такие, в которых суммы квадратов элементов (уровней каждого фактора) в пределах соответствующего вектор-столбца равны числу опытов	Такие, в которых алгебраические суммы элементов в пределах соответствующего вектор-столбца равны нулю	Такие, в которых суммы всех построчных произведений элементов двух любых вектор-столбцов равны нулю	Такие, которые обеспечивают одинаковую точность предсказания отклика на равных расстояниях от центральной точки плана
38	Какие матрицы и планы эксперимента удовлетворяют условию ортогональности ?	Такие, в которых суммы квадратов элементов (уровней каждого фактора) в пределах соответствующего вектор-столбца равны числу опытов	Такие, в которых алгебраические суммы элементов в пределах соответствующего вектор-столбца равны нулю	Такие, в которых суммы всех построчных произведений элементов двух любых вектор-столбцов равны нулю	Такие, которые обеспечивают одинаковую точность предсказания отклика на равных расстояниях от центральной точки плана

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
39	Какие матрицы и планы эксперимента удовлетворяют условию рототабельности ?	Такие, в которых суммы квадратов элементов (уровней каждого фактора) в пределах соответствующего вектор-столбца равны числу опытов	Такие, в которых алгебраические суммы элементов в пределах соответствующего вектор-столбца равны нулю	Такие, в которых суммы всех построчных произведений элементов двух любых вектор-столбцов равны нулю	Такие, которые обеспечивают одинаковую точность предсказания отклика на равных расстояниях от центральной точки плана
40	Какое количество опытов необходимо для реализации насыщенного плана трехфакторного эксперимента в двух уровнях (то есть плана ПФЭ-2 <sup>3</sup> ) ?	8	9	4	5
41	Какое количество опытов необходимо для реализации полуреплики насыщенного плана трехфакторного эксперимента в двух уровнях ?	8	9	4	5
42	Какой из определяющих контрастов необходим для построения плана ДФЭ, являющегося полурепликой насыщенного плана трехфакторного эксперимента в двух уровнях ?	$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = 1$	$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = -1$	Не один из них не годится	Любой из них
43	Какому из методов факторного анализа соответствует следующая формулировка: <i>метод отсеивания факторов, основанный на использовании сверхнасыщенных планов со случайным выбором сочетаний уровней факторов ?</i>	Метод дисперсионного анализа	Метод случайного баланса	Метод регрессионного анализа	Метод ковариационного анализа

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
44	Использование каких вспомогательных переменных $x'$ и $y'$ позволяет линейризовать следующую дробно-рациональную функцию; $y = \frac{1}{b + k \cdot x}$	$x' = x$ $y' = \frac{1}{y}$	$x' = x$ $y' = \frac{x}{y}$	$x' = x^2$ $y' = \frac{x}{y}$	$x' = x^m$ $y' = \frac{x^n}{y}$
45	Использование каких вспомогательных переменных позволяет линейризовать следующую дробно-рациональную функцию; $y = \frac{x}{b + k \cdot x}$	$x' = x$ $y' = \frac{1}{y}$	$x' = x$ $y' = \frac{x}{y}$	$x' = x^2$ $y' = \frac{x}{y}$	$x' = x^m$ $y' = \frac{x^n}{y}$
46	Использование каких вспомогательных переменных позволяет линейризовать следующую дробно-рациональную функцию; $y = \frac{x}{b + k \cdot x^2}$	$x' = x$ $y' = \frac{1}{y}$	$x' = x$ $y' = \frac{x}{y}$	$x' = x^2$ $y' = \frac{x}{y}$	$x' = x^m$ $y' = \frac{x^n}{y}$
47	Использование каких вспомогательных переменных позволяет линейризовать следующую дробно-рациональную функцию; $y = \frac{x^n}{b + k \cdot x^m}$	$x' = x$ $y' = \frac{1}{y}$	$x' = x$ $y' = \frac{x}{y}$	$x' = x^2$ $y' = \frac{x}{y}$	$x' = x^m$ $y' = \frac{x^n}{y}$
48	При построении в каких координатах график следующей функции будет иметь вид прямой линии: $y = k \cdot x + b$	Логарифмических	Полулогарифмических	Квадратичных	Линейных
49	При построении в каких координатах график следующей функции будет иметь вид прямой линии: $y = b \cdot x^k$	Логарифмических	Полулогарифмических	Квадратичных	Линейных

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов																																															
		1	2	3	4																																												
50	При построении в каких координатах график следующей функции будет иметь вид прямой линии: $y = b \cdot e^{k \cdot x}$	Логарифмических	Полулогарифмических	Квадратичных	Линейных																																												
51	При построении в каких координатах график следующей функции будет иметь вид прямой линии: $y = (k \cdot x^2 + b)^{0,5}$	Логарифмических	Полулогарифмических	Квадратичных	Линейных																																												
52	Какие значения будут иметь коэффициенты нормализованного полинома первой степени, если матрица ПФЭ-2 <sup>2</sup> имеет вид: <table border="1" style="margin: 5px auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№</th> <th colspan="2">Факторы</th> <th rowspan="2">Y</th> </tr> <tr> <th>X1</th> <th>X2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	№	Факторы		Y	X1	X2	1	-1	-1	10	2	1	-1	20	3	-1	1	30	4	1	1	40	B=25 K <sub>1</sub> =5 K <sub>2</sub> =10	B=10 K <sub>1</sub> =5 K <sub>2</sub> =25	B=25 K <sub>1</sub> =10 K <sub>2</sub> =5	B=5 K <sub>1</sub> =10 K <sub>2</sub> =25																						
№	Факторы		Y																																														
	X1	X2																																															
1	-1	-1	10																																														
2	1	-1	20																																														
3	-1	1	30																																														
4	1	1	40																																														
53	Какие нормализованные значения уровней третьего фактора необходимо добавить в матрицу ПФЭ-2 <sup>2</sup> при ее достройке до РДР-2 <sup>3-1</sup> <table border="1" style="margin: 5px auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№</th> <th colspan="3">Факторы</th> </tr> <tr> <th>X1</th> <th>X2</th> <th>X3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>?</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>?</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>?</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>?</td> </tr> </tbody> </table>	№	Факторы			X1	X2	X3	1	-1	-1	?	2	1	-1	?	3	-1	1	?	4	1	1	?	<table border="1" style="margin: 5px auto;"> <tr><td>X3</td></tr> <tr><td>-1</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>-1</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	X3	-1	1	-1	1	<table border="1" style="margin: 5px auto;"> <tr><td>X3</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>-1</td></tr> <tr><td>-1</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	X3	1	-1	-1	1	1	<table border="1" style="margin: 5px auto;"> <tr><td>X3</td></tr> <tr><td>-1</td></tr> <tr><td>-1</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>1</td></tr> </table>	X3	-1	-1	1	1	<table border="1" style="margin: 5px auto;"> <tr><td>X3</td></tr> <tr><td>-1</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>-1</td></tr> </table>	X3	-1	1	1	-1
№	Факторы																																																
	X1	X2	X3																																														
1	-1	-1	?																																														
2	1	-1	?																																														
3	-1	1	?																																														
4	1	1	?																																														
X3																																																	
-1																																																	
1																																																	
-1																																																	
1																																																	
X3																																																	
1																																																	
-1																																																	
-1																																																	
1																																																	
1																																																	
X3																																																	
-1																																																	
-1																																																	
1																																																	
1																																																	
X3																																																	
-1																																																	
1																																																	
1																																																	
-1																																																	
54	Какие значения будут иметь коэффициенты нормализованного полинома первой степени, если матрица ПФЭ-2 <sup>2</sup> имеет вид: <table border="1" style="margin: 5px auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№</th> <th colspan="3">Факторы</th> <th rowspan="2">Y</th> </tr> <tr> <th>X1</th> <th>X2</th> <th>X1*X2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>-1</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	№	Факторы			Y	X1	X2	X1*X2	1	-1	-1	1	30	2	1	-1	-1	0	3	-1	1	-1	10	4	1	1	1	60	B=25 K <sub>1</sub> =5 K <sub>2</sub> =10 K <sub>12</sub> =20	B=25 K <sub>1</sub> =20 K <sub>2</sub> =10 K <sub>12</sub> =5	B=25 K <sub>1</sub> =10 K <sub>2</sub> =20 K <sub>12</sub> =5	B=25 K <sub>1</sub> =10 K <sub>2</sub> =5 K <sub>12</sub> =20																
№	Факторы			Y																																													
	X1	X2	X1*X2																																														
1	-1	-1	1	30																																													
2	1	-1	-1	0																																													
3	-1	1	-1	10																																													
4	1	1	1	60																																													

№	ВОПРОСЫ				Варианты ответов																																																																																																																																						
					1				2				3				4																																																																																																																										
55	<p>Какие нормализованные значения уровней всех факторов необходимо добавить в матрицу РДР-2<sup>3-1</sup> при ее достройке до ПФЭ-2<sup>3</sup></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№</th> <th colspan="3">Факторы</th> </tr> <tr> <th>X1</th> <th>X2</th> <th>X3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>3</td><td>-1</td><td>1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td>?</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>6</td><td>?</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>7</td><td>?</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>8</td><td>?</td><td>?</td><td>?</td></tr> </tbody> </table>				№	Факторы			X1	X2	X3	1	-1	-1	1	2	1	-1	-1	3	-1	1	-1	4	1	1	1	5	?	?	?	6	?	?	?	7	?	?	?	8	?	?	?	<table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th>X1</th><th>X2</th><th>X3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>1</td><td>1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>6</td><td>-1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td>1</td><td>-1</td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td>-1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> </tbody> </table>				№	X1	X2	X3	5	1	1	-1	6	-1	1	1	7	1	-1	1	8	-1	-1	-1	<table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th>X1</th><th>X2</th><th>X3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>-1</td><td>-1</td><td>1</td></tr> <tr><td>6</td><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>7</td><td>-1</td><td>1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>				№	X1	X2	X3	5	-1	-1	1	6	1	-1	-1	7	-1	1	-1	8	1	1	1	<table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th>X1</th><th>X2</th><th>X3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>6</td><td>-1</td><td>-1</td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td>-1</td><td>1</td><td>-1</td></tr> </tbody> </table>				№	X1	X2	X3	5	1	-1	-1	6	-1	-1	1	7	1	1	1	8	-1	1	-1	<table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th>X1</th><th>X2</th><th>X3</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>5</td><td>-1</td><td>1</td><td>-1</td></tr> <tr><td>6</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td>-1</td><td>-1</td><td>1</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td></tr> </tbody> </table>				№	X1	X2	X3	5	-1	1	-1	6	1	1	1	7	-1	-1	1	8	1	-1	-1
						№	Факторы																																																																																																																																				
					X1		X2	X3																																																																																																																																			
					1	-1	-1	1																																																																																																																																			
					2	1	-1	-1																																																																																																																																			
					3	-1	1	-1																																																																																																																																			
					4	1	1	1																																																																																																																																			
					5	?	?	?																																																																																																																																			
					6	?	?	?																																																																																																																																			
					7	?	?	?																																																																																																																																			
8	?	?	?																																																																																																																																								
№	X1	X2	X3																																																																																																																																								
5	1	1	-1																																																																																																																																								
6	-1	1	1																																																																																																																																								
7	1	-1	1																																																																																																																																								
8	-1	-1	-1																																																																																																																																								
№	X1	X2	X3																																																																																																																																								
5	-1	-1	1																																																																																																																																								
6	1	-1	-1																																																																																																																																								
7	-1	1	-1																																																																																																																																								
8	1	1	1																																																																																																																																								
№	X1	X2	X3																																																																																																																																								
5	1	-1	-1																																																																																																																																								
6	-1	-1	1																																																																																																																																								
7	1	1	1																																																																																																																																								
8	-1	1	-1																																																																																																																																								
№	X1	X2	X3																																																																																																																																								
5	-1	1	-1																																																																																																																																								
6	1	1	1																																																																																																																																								
7	-1	-1	1																																																																																																																																								
8	1	-1	-1																																																																																																																																								
56	<p>Какими числовыми значениями построчных дисперсий <math>S^2(y_i)</math> должен оцениваться разброс параллельных измерений <math>y_i</math> в матрице:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№</th> <th colspan="2">Факторы</th> <th colspan="3">Параллельные измерения <math>y_i</math></th> <th rowspan="2"><math>y_{cp}</math></th> </tr> <tr> <th>X1</th> <th>X2</th> <th><math>y_1</math></th> <th><math>y_2</math></th> <th><math>y_3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>-1</td><td>-1</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>10</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>-1</td><td>22</td><td>19</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>3</td><td>-1</td><td>1</td><td>30</td><td>31</td><td>29</td><td>30</td></tr> <tr><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>40</td><td>39</td><td>41</td><td>40</td></tr> </tbody> </table>				№	Факторы		Параллельные измерения $y_i$			$y_{cp}$	X1	X2	$y_1$	$y_2$	$y_3$	1	-1	-1	9	10	11	10	2	1	-1	22	19	19	20	3	-1	1	30	31	29	30	4	1	1	40	39	41	40	<table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th><math>S^2(y_i)</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>				№	$S^2(y_i)$	1	1	2	3	3	1	4	1	<table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th><math>S^2(y_i)</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>6</td></tr> <tr><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>2</td></tr> </tbody> </table>				№	$S^2(y_i)$	1	2	2	6	3	2	4	2	<table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th><math>S^2(y_i)</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,6667</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,6667</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,6667</td></tr> </tbody> </table>				№	$S^2(y_i)$	1	0,6667	2	2	3	0,6667	4	0,6667	<table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th><math>S^2(y_i)</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0,3333</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,3333</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,3333</td></tr> </tbody> </table>				№	$S^2(y_i)$	1	0,3333	2	1	3	0,3333	4	0,3333																																							
						№	Факторы		Параллельные измерения $y_i$			$y_{cp}$																																																																																																																															
					X1		X2	$y_1$	$y_2$	$y_3$																																																																																																																																	
					1	-1	-1	9	10	11	10																																																																																																																																
					2	1	-1	22	19	19	20																																																																																																																																
					3	-1	1	30	31	29	30																																																																																																																																
					4	1	1	40	39	41	40																																																																																																																																
					№	$S^2(y_i)$																																																																																																																																					
					1	1																																																																																																																																					
					2	3																																																																																																																																					
3	1																																																																																																																																										
4	1																																																																																																																																										
№	$S^2(y_i)$																																																																																																																																										
1	2																																																																																																																																										
2	6																																																																																																																																										
3	2																																																																																																																																										
4	2																																																																																																																																										
№	$S^2(y_i)$																																																																																																																																										
1	0,6667																																																																																																																																										
2	2																																																																																																																																										
3	0,6667																																																																																																																																										
4	0,6667																																																																																																																																										
№	$S^2(y_i)$																																																																																																																																										
1	0,3333																																																																																																																																										
2	1																																																																																																																																										
3	0,3333																																																																																																																																										
4	0,3333																																																																																																																																										
57	<p>Какое фактическое значение будет иметь G-критерий Кохрена при следующих значениях построчных дисперсий:</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>№</th><th><math>S^2(y_i)</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>				№	$S^2(y_i)$	1	1	2	3	3	1	4	1	$G = 6$				$G = 3$				$G = 0,5$				$G = 1$																																																																																																																
					№	$S^2(y_i)$																																																																																																																																					
					1	1																																																																																																																																					
					2	3																																																																																																																																					
					3	1																																																																																																																																					
4	1																																																																																																																																										
№	ВОПРОСЫ				Варианты ответов																																																																																																																																						

		1	2	3	4										
58	<p>Каким числом оценивается объединенная дисперсия воспроизводимости эксперимента <math>S_y^2</math> при следующих построчных дисперсиях:</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>№</th> <th><math>S^2(y_i)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	№	$S^2(y_i)$	1	1	2	3	3	1	4	1	$S_y^2=2$	$S_y^2=3$	$S_y^2=12$	$S_y^2=1,5$
№	$S^2(y_i)$														
1	1														
2	3														
3	1														
4	1														
59	<p>Какие коэффициенты следующей нормализованной полиномиальной математической модели могут быть признаны незначимыми:  <math>y = 0,25 + 0,6 \cdot x_1 + 0,4 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_1 \cdot x_2</math>  если, при числе параллельных измерений <math>n=3</math> и общем количестве опытов <math>N=4</math>, объединенная дисперсия воспроизводимости эксперимента <math>S_y^2=2</math>, а табличное значение критерия Стьюдента <math>t_a=2,306</math>.</p>	<p>Незначимы:  <math>B=0,25</math>;  <math>K_{1,2}=0,1</math></p>	<p>Незначимы:  <math>K_2=0,4</math>;  <math>K_{1,2}=0,1</math></p>	<p>Незначим только:  <math>K_{1,2}=0,1</math></p>	<p>Незначимых коэффициентов нет, все коэффициенты значимы.</p>										
60	<p>Используя таблицу статистических критериев ответьте на вопрос: при каком сочетании дисперсий воспроизводимости <math>S_y^2</math> и адекватности <math>S_{ад}^2</math> может считаться адекватной двухфакторная математическая модель, полученная в результате реализации плана ПФЭ-<math>2^2</math> с трехкратным дублированием параллельных опытов (без учета эффекта межфакторного взаимодействия), если все ее коэффициенты являются значимыми?</p>	<p><math>S_y^2=1,5</math>;  <math>S_{ад}^2=0,1</math></p>	<p><math>S_y^2=0,1</math>;  <math>S_{ад}^2=1,5</math></p>	<p>Адекватна при обоих сочетаниях</p>	<p>Не адекватна при обоих сочетаниях</p>										

Примечание : Время проведения контроля 60 минут.

Критерии оценки: менее 15 правильных ответов – неудовлетворительно;

от 15 до 30 правильных ответов – удовлетворительно;

от 31 до 50 правильных ответов – хорошо;

от 51 до 60 правильных ответов –отлично.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

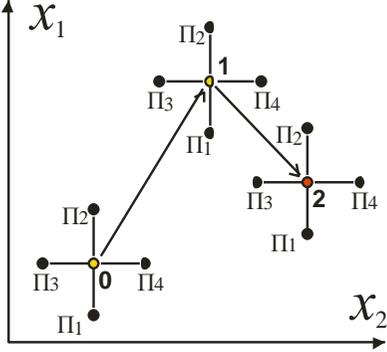
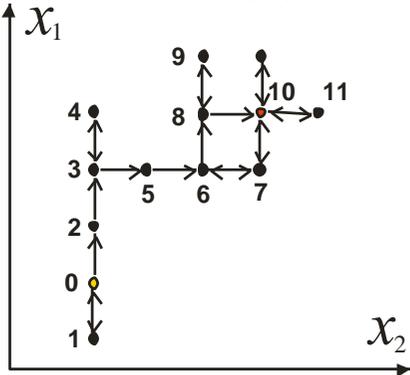
для проверки знаний аспирантов направления 13.06.01 «Электро- и теплотехника» по дисциплине  
 “Методы научного исследования” (темы 5 и 6)

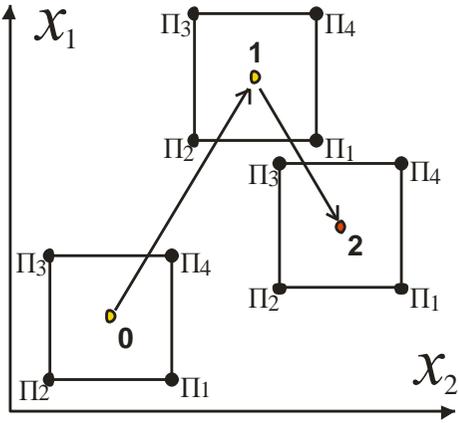
№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
1	Как называется процесс выявления условий достижения наилучшего результата ?	Покоординатный спуск (подъем)	Нормализация факторов	Оптимизация	Градиентный спуск (подъем)
2	Каково обобщенное название параметра, используемого для объективного сравнения результатов исследования и количественного подтверждения факта достижения поставленной цели ?	Управляющий параметр	Параметр отклика	Экстремум	Критерий оптимизации
3	Каково обобщенное название параметра, изменение которого приводит к изменению состояния исследуемого объекта ?	Управляющий параметр	Параметр отклика	Экстремум	Критерий оптимизации
4	Каково обобщенное название параметра, количественно отражающего изменение состояния исследуемого объекта ?	Управляющий параметр	Параметр отклика	Экстремум	Критерий оптимизации
5	Какая из перечисленных зависимостей является целевой функцией ?	Зависимость критерия оптимизации от управляющих параметров	Зависимость математического ожидания критерия оптимизации от управляющих параметров	Зависимость первой производной функции отклика от управляющих параметров	Зависимость второй производной функции отклика от управляющих параметров
6	Какая из перечисленных зависимостей является математической моделью целевой функции ?	Зависимость критерия оптимизации от управляющих параметров	Зависимость математического ожидания критерия оптимизации от управляющих параметров	Зависимость первой производной функции отклика от управляющих параметров	Зависимость второй производной функции отклика от управляющих параметров

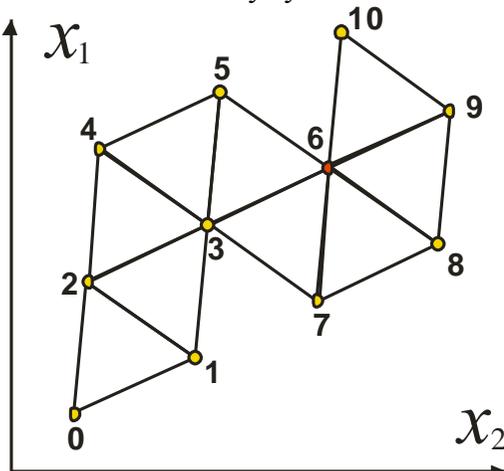
№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
7	В чем заключается условие, используемое для аналитического определения минимума целевой функции ?	Первые частные производные функции отклика по каждому аргументу равны нулю, а вторые в точке экстремума положительны	Первые и вторые частные производные функции отклика по каждому аргументу равны нулю	Первые частные производные функции отклика по каждому аргументу равны нулю, а вторые в точке экстремума отрицательны	Первые и вторые частные производные функции отклика по каждому аргументу положительны
8	В чем заключается условие, используемое для аналитического определения максимума целевой функции?	Первые частные производные функции отклика по каждому аргументу равны нулю, а вторые в точке экстремума положительны	Первые и вторые частные производные функции отклика по каждому аргументу равны нулю	Первые частные производные функции отклика по каждому аргументу равны нулю, а вторые в точке экстремума отрицательны	Первые и вторые частные производные функции отклика по каждому аргументу отрицательны
9	Каковы числовые значения координат точки экстремума целевой функции: $y = 3 + 2x_1 + 1x_2 + 8x_1^{-1} + 9x_2^{-1}$	$x_1=2$ $x_2=1$	$x_1=2$ $x_2=3$	$x_1=8$ $x_2=9$	Экстремум не существует
10	Используя математическую запись целевой функции из предыдущего вопроса, определите, какое числовое значение может иметь параметр оптимизации в точке экстремума, если вы считаете, что экстремум данной функции существует.	$y= 21$	$y= 17$	$y= 30$	Экстремум не существует
11	Если вы считаете, что экстремум данной функции существует, то ответьте на вопрос, чем он является.	Минимумом	Максимумом	Нулем	Экстремум не существует

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
12	В чем заключается основная задача поисковой оптимизации ?	В экспериментальном определении экстремума целевой функции	В аналитическом определении экстремума целевой функции	В получении адекватного математического описания целевой функции	В достижении области близкой к экстремуму
13	Что является основой стратегии планирования многофакторных экстремальных экспериментов в процессе поисковой оптимизации?	Шаговый метод последовательного изучения поверхности отклика	Планирование эксперимента второго и более высоких порядков	Шаговый метод на первом этапе и планирование второго порядка на заключительном	Градиентные методы достижения экстремума
14	Какие математические модели наиболее удобны для математического описания отдельных участков поверхности отклика в процессе поисковой оптимизации ?	Линейные	Логарифмические	Степенные	Полиномиальные второго порядка
15	Что является сигналом к завершению процедуры поисковой оптимизации и свидетельствует о вхождении в "почти стационарную область" вблизи экстремальной точки ?	Нулевое значение критерия оптимизации	Статистическое подтверждение незначимости коэффициентов линейной матмодели	Нулевые значения управляющих параметров	Изменение знака у какого-либо из коэффициентов линейной модели на последующем шаге
16	В чем основная задача исследования "почти стационарной области" вблизи экстремальной точки ?	В экспериментальном определении экстремума целевой функции	В аналитическом определении экстремума целевой функции	В получении адекватного математического описания целевой функции	В достижении области близкой к экстремуму
17	Какие математические модели наиболее удобны для математического описания "почти стационарной области" вблизи экстремальной точки ?	Линейные	Логарифмические	Степенные	Полиномиальные второго порядка

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
18	В чем суть метода Гаусса-Зайделя, используемого для изучения поверхности отклика при планировании экстремального эксперимента ?	В совершении каждого последующего рабочего шага путем зеркального отображения вершины с наихудшим откликом в факторном пространстве (или гиперпространстве )	В поочередном нахождении частных экстремумов целевой функции в процессе пошагового движения по одной из координатных осей при условии постоянства значений всех остальных факторов.	В пошаговом движении по вектор-градиенту функции отклика, составляющие которого определяются в окрестностях каждой последующей рабочей точки.	В пошаговом движении по вектор-градиенту функции отклика, составляющие которого уточняются после достижения частного экстремума.
19	Как определяются координаты точек для постановки пробных опытов при реализации метода Гаусса-Зайделя ?	Последовательным прибавлением выбранного интервала варьирования по одному из факторов к значению соответствующей координаты базовой точки	Поочередным парным алгебраическим сложением интервалов варьирования и базовых значений факторов в каждой рабочей точке $x_{i,1} = x_{i,0} \pm \Delta x_i$	Зеркальным отображением координаты точки с наихудшим значением отклика	С использованием метода ортогонального планирования на основе матриц ПФЭ или регулярных дробных реплик
20	Как определяются координаты точек рабочего хода при реализации метода Гаусса-Зайделя ?	Последовательным прибавлением выбранного интервала варьирования по одному из факторов к значению соответствующей координаты базовой точки	Поочередным последовательным прибавлением выбранных интервалов варьирования к базовым значениям каждого фактора	Зеркальным отображением координаты точки с наихудшим значением отклика	Вычисляются с использованием числовых значений составляющих вектор-градиента

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
21	<p>Что свидетельствует о достижении области частного экстремума при реализации метода Гаусса-Зайделя ?</p>	<p>Пренебрежимо малые значения всех составляющих вектор градиента</p>	<p>Статистическая незначимость коэффициентов регрессии</p>	<p>Полный оборот симплекса вокруг какой-либо рабочей точки</p>	<p>Изменение знака приращения параметра оптимизации в процессе рабочего хода</p>
22	<p>Какому из методов поисковой оптимизации соответствует представленная схема движения к оптимуму ?</p> 	<p>Методу Гаусса-Зайделя</p>	<p>Градиентному методу</p>	<p>Методу крутого восхождения Бокса-Уилсона</p>	<p>Методу симплекс-планирования</p>
23	<p>Какому из методов поисковой оптимизации соответствует представленная схема движения к оптимуму ?</p> 	<p>Методу Гаусса-Зайделя</p>	<p>Градиентному методу</p>	<p>Методу крутого восхождения Бокса-Уилсона</p>	<p>Методу симплекс-планирования</p>

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
24	В чем суть градиентных методов исследования поверхности отклика ?	В совершении каждого последующего рабочего шага путем зеркального отображения вершины с наихудшим откликом в факторном пространстве (или гиперпространстве).	В поочередном нахождении частных экстремумов целевой функции в процессе пошагового движения по одной из координатных осей при условии постоянства значений всех остальных факторов.	В пошаговом движении по вектор-градиенту функции отклика, составляющие которого определяются в окрестностях каждой последующей рабочей точки.	В пошаговом движении по вектор-градиенту функции отклика, составляющие которого уточняются после достижения частного экстремума.
25	Какому из методов поисковой оптимизации соответствует представленная схема движения к оптимуму ? 	Методу Гаусса-Зайделя	Градиентному методу	Методу крутого восхождения Бокса-Уилсона	Методу симплекс-планирования

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
26	В чем суть метода крутого восхождения Бокса-Уилсона ?	В совершении каждого последующего рабочего шага путем зеркального отображения вершины с наихудшим откликом в факторном пространстве (или гиперпространстве).	В поочередном нахождении частных экстремумов целевой функции в процессе пошагового движения по одной из координатных осей при условии постоянства значений всех остальных факторов.	В пошаговом движении по вектор-градиенту функции отклика, составляющие которого определяются в окрестностях каждой последующей рабочей точки.	В пошаговом движении по вектор-градиенту функции отклика, составляющие которого уточняются после достижения частного экстремума.
27	Какому из методов поисковой оптимизации соответствует представленная схема движения к оптимуму ? 	Методу Гаусса-Зайделя	Градиентному методу	Методу крутого восхождения Бокса-Уилсона	Методу симплекс-планирования

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
28	В чем суть симплексного метода планирования экстремальных экспериментов ?	В совершении каждого последующего рабочего шага путем зеркального отображения вершины с наихудшим откликом в факторном пространстве (или гиперпространстве)	В поочередном нахождении частных экстремумов целевой функции в процессе пошагового движения по одной из координатных осей при условии постоянства значений всех остальных факторов.	В пошаговом движении по вектор-градиенту функции отклика, составляющие которого определяются в окрестностях каждой последующей рабочей точки.	В пошаговом движении по вектор-градиенту функции отклика, составляющие которого уточняются после достижения частного экстремума.
29	В чем заключаются главные достоинства метода Гаусса-Зайделя ?	В возможности сокращения числа пробных опытов вокруг каждой рабочей точки и более точной оценке коэффициентов регрессии за счет использования методики планирования эксперимента на основе ортогональных дробных реплик	В возможности достижения экстремума наиболее коротким путем	В простоте стратегии, наглядности и высокой помехозащитности	В отсутствии необходимости выполнения пробных опытов.

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
30	В чем заключаются главные достоинства градиентных методов исследования поверхности отклика ?	В возможности сокращения числа пробных опытов вокруг каждой рабочей точки и более точной оценке коэффициентов регрессии за счет использования методики планирования эксперимента на основе ортогональных дробных реплик.	В возможности достижения экстремума наиболее коротким путем	В простоте стратегии, наглядности и высокой помехозащитности	В отсутствии необходимости выполнения пробных опытов.
31	В чем заключаются главные достоинства метода крутого восхождения Бокса-Уилсона ?	В возможности сокращения числа пробных опытов вокруг каждой рабочей точки и более точной оценке коэффициентов регрессии за счет использования методики планирования эксперимента на основе ортогональных дробных реплик.	В возможности достижения экстремума наиболее коротким путем	В простоте стратегии, наглядности и высокой помехозащитности	В отсутствии необходимости выполнения пробных опытов.

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
32	В чем заключаются главные достоинства симплексного метода планирования экстремальных экспериментов ?	В возможности сокращения числа пробных опытов вокруг каждой рабочей точки и более точной оценке коэффициентов регрессии за счет использования методики планирования эксперимента на основе ортогональных дробных реплик.	В возможности достижения экстремума наиболее коротким путем	В простоте стратегии, наглядности и высокой помехозащитности	В отсутствии необходимости выполнения пробных опытов.
33	Какой метод используется для получения математического описания поверхности отклика в окрестности экстремальной точки?	Метод Гаусса-Зайделя	Метод крутого восхождения Бокса-Уилсона	Метод симплекс-планирования	Метод планирования второго порядка
34	Какое минимальное число опытов требуется для расчета коэффициентов двухфакторной полиномиальной математической модели второго порядка	3	6	10	15
35	Какое фактическое количество опытов определено полнофакторной матрицей ПФЭ трехуровневого плана двухфакторного эксперимента ?	3	9	27	81
36	Какую из матриц рекомендуется использовать в качестве ядра центрального композиционного плана второго порядка при числе факторов, меньшем 5 ?	ПФЭ-3 <sup>q</sup>	РДР-3 <sup>q-1</sup>	ПФЭ-2 <sup>q</sup>	ДФЭ-2 <sup>q-1</sup>

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
37	Какое количество звездных точек должно содержаться в центральных композиционных планах второго порядка при числе опытов, меньшем 5 ?	$2 \cdot q$	$2^q$	$2^{q-1}$	одна
38	Какой из планов второго порядка способен обеспечить наибольшую эффективность многофакторного эксперимента при числе факторов, большем 5 ?	ПФЭ- $3^q$	РДР- $3^{q-1}$	ЦКП с ядром ПФЭ- $2^q$	ЦКП с ядромДФЭ- $2^{q-1}$
39	Какое количество звездных точек должно содержаться в центральных композиционных планах второго порядка при числе опытов, большем 5 ?	$2 \cdot q$	$2^q$	$2^{q-1}$	одна
40	Композиционные планы второго порядка называются центральными потому что.....	в их матрицах содержатся дополнительные опыты в центре эксперимента	все точки этих планов располагаются симметрично вокруг центра эксперимента	звездные точки в этих планах расположены на одинаковом расстоянии от центра	все точки этих планов расположены на одинаковом расстоянии от центра эксперимента
41	Что называется звездным плечом ?	Расстояние между звездными точками	Расстояние, равное радиусу описанной сферы (гиперсферы)	Расстояние от центра эксперимента до звездных точек	Расстояние, равное радиусу вписанной сферы (гиперсферы)
42	Каким образом добиваются ортогональности вектор-столбцов, содержащих квадратичные члены при построении планов ОЦКП ?	Заменой переменных	Нормализацией факторов	Расчетом величины звездного плеча	Заменой переменных с последующим расчетом величины звездного плеча
43	Какая формула для расчета звездного плеча получена по условию ортогональности композиционного плана второго порядка, построенного на основе ядра ПФЭ- $2^q$	$\alpha = 2^{q/4}$	$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2} [(N_{яд} \cdot N)^{0.5} - N_{яд}]}$	$\alpha = 2^{(q-m)/4}$	$\alpha = \frac{q \cdot N}{(q+2) \cdot (N - n_o)}$

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
44	Какое число параллельных опытов в центре эксперимента предусматривается методикой построения планов ОЦКП второго порядка при числе факторов, меньшем пяти ?	1	6	5	7
45	Какое число параллельных опытов в центре эксперимента предусматривается методикой построения планов РЦКП второго порядка при числе факторов, равном 4 ?	1	6	5	7
46	Какое число параллельных опытов в центре эксперимента предусматривается методикой построения планов РЦКП второго порядка при числе факторов, равном 3 ?	1	6	5	7
47	Какое число параллельных опытов в центре эксперимента предусматривается методикой построения планов РЦКП второго порядка при числе факторов, равном 2 ?	1	6	5	7
48	Какая формула для расчета звездного плеча получена по условию рототабельности композиционного плана второго порядка, построенного на основе ядра ПФЭ-2 <sup>q</sup> ?	$\alpha = 2^{q/4}$	$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}[(N_{яд} \cdot N)^{0.5} - N_{яд}]}$	$\alpha = 2^{(q-m)/4}$	$\alpha = \frac{q \cdot N}{(q+2) \cdot (N - n_o)}$
49	Какая формула для расчета звездного плеча получена по условию рототабельности композиционного плана второго порядка, построенного на основе ядра РДР-2 <sup>q-m</sup> ?	$\alpha = 2^{q/4}$	$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}[(N_{яд} \cdot N)^{0.5} - N_{яд}]}$	$\alpha = 2^{(q-m)/4}$	$\alpha = \frac{q \cdot N}{(q+2) \cdot (N - n_o)}$
50	При реализации каких методов центрального композиционного планирования второго порядка следует обязательно выполнять пересчет коэффициентов математической модели после исключения статистически незначимых факторов ?	ОЦКП	РЦКП	Любых	Пересчет не требуется никогда

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
51	В чем главное преимущество методов планирования эксперимента, основанных на соблюдении требования ортогональности при построении матриц ?	В получении математической модели, обеспечивающей одинаковую точность предсказания в пределах всей области эксперимента	В получении математической модели, обеспечивающей одинаковую точность предсказания во всех точках факторного пространства, расположенных на одинаковом расстоянии от центра эксперимента, независимо от выбранного направления	В получении математической модели с минимальной дисперсией коэффициентов	В получении независимых оценок эффектов влияния каждого фактора, включая межфакторные взаимодействия, упрощающих процедуру расчета коэффициентов математической модели
52	В чем главное преимущество методов планирования эксперимента, основанных на соблюдении требования ротатабельности при построении матриц ?	В получении математической модели, обеспечивающей одинаковую точность предсказания в пределах всей области эксперимента	В получении математической модели, обеспечивающей одинаковую точность предсказания во всех точках факторного пространства, расположенных на одинаковом расстоянии от центра эксперимента, независимо от выбранного направления	В получении математической модели с минимальной дисперсией коэффициентов	В получении независимых оценок эффектов влияния каждого фактора, включая межфакторные взаимодействия, упрощающих процедуру расчета коэффициентов математической модели
53	По какому математическому условию проверяется свойство ортогональности матриц планирования эксперимента ?	Равенство нулю алгебраической суммы произведений всех элементов в двух любых вектор-столбцах матрицы планирования	Равенство нулю алгебраической суммы всех элементов в пределах каждого отдельного вектор-столбца матрицы планирования	Равенство числу опытов N суммы всех элементов по отдельным вектор-столбцам матрицы планирования	Равенство числу опытов N суммы квадратов всех элементов по отдельным вектор-столбцам матрицы планирования

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
54	Как влияет увеличение числа факторов на точность получаемой математической модели при использовании метода РЦКП второго порядка ?	Всегда повышает точность предсказания	Всегда понижает точность предсказания	Не влияет на точность предсказания	<i>Повышение или понижение точности матмодели с ростом числа факторов зависит от выполнения дополнительных условий</i>
55	РЦКП второго порядка не рекомендуется использовать при числе факторов:	$q < 10$	$q < 5$	$q > 10$	$q > 5$
56	Какое дополнительное преимущество дает соблюдение требования равномерности планов при реализации метода РЦКП второго порядка?	Полученная математическая модель будет обеспечивать одинаковую точность предсказания в пределах всей области эксперимента	Полученная математическая модель будет обеспечивать одинаковую точность предсказания во всех точках факторного пространства, расположенных на одинаковом расстоянии от центра эксперимента, независимо от выбранного направления	В полученной математической модели будет минимизирована дисперсия коэффициентов	Коэффициенты влияния факторов в полученной математической модели (включая межфакторные взаимодействия) будут независимыми, что значительно упростит процедуру их получения и оценки значимости
57	Каким образом может быть обеспечено выполнение требования равномерности планов при реализации метода РЦКП второго порядка?	Обоснованным выбором числа точек в ядре плана	Обоснованным выбором числа звездных точек	Обоснованным выбором числа параллельных опытов в центре плана	При реализации метода РЦКП требование равномерности выполняется автоматически

№	ВОПРОСЫ	Варианты ответов			
		1	2	3	4
58	В чем заключается специфика оценки адекватности матмоделей, полученных методом РЦКП при дублировании параллельных опытов только в центре эксперимента?	В числителе формулы дисперсии адекватности используется: $SUM_{ош} = \sum_{i=1}^N (y_{o,i} - \bar{y}_o)^2$	В числителе формулы дисперсии адекватности используется: $SUM_{осм} = \sum_{i=1}^N (\hat{y} - y_i)^2$	В числителе формулы дисперсии адекватности используется разность: $SUM_{осм} - SUM_{ош}$	Процедура оценки адекватности по критерию Фишера реализуется стандартным образом и не имеет специфики
59	Что является главным недостатком метода ортогонального центрального композиционного планирования второго порядка	Усложнение процедуры расчета и взаимозависимость коэффициентов регрессии в полученной математической модели.	Сложность расчета координат звездных точек	Сложность определения звездного плеча	Математическая модель поверхности отклика не способна обеспечивать одинаковую точность предсказаний по различным направлениям от центра эксперимента
60	Что является главным недостатком метода ротatableного центрального композиционного планирования второго порядка	Усложнение процедуры расчета и взаимозависимость коэффициентов регрессии в полученной математической модели.	Сложность расчета координат звездных точек	Математическая модель поверхности отклика не способна обеспечивать одинаковую точность предсказаний по различным направлениям от центра эксперимента.	Сложность определения звездного плеча

Примечание : Время проведения контроля 60 минут.

Критерии оценки: менее 15 правильных ответов – неудовлетворительно;

от 15 до 30 правильных ответов – удовлетворительно;

от 31 до 50 правильных ответов – хорошо;

от 51 до 60 правильных ответов –отлично.

Составил профессор кафедры ПТ Семенов Б.А.

Утверждено на заседании кафедры протокол № от \_\_\_\_\_ 2015