

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.08

(индекс дисциплины)

Планирование эксперимента при разработке АСУ

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **1** Информационно-измерительных технологий и систем управления

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Профиль подготовки: **Системы автоматизации и управления технологическими процессами**

Уровень образования: **магистратура**

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		72
	Аудиторные занятия	51		8
	Лекции			
	Лабораторные занятия	17		4
	Практические занятия	34		4
	Самостоятельная работа	21		60
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	2		2
	Контрольная работа			2
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		2

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная		2								
Очно-заочная										
Заочная		2								

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным
государственным образовательным стандартом высшего образования
по направлению подготовки 150404

На основании учебных планов № m150404
zm150404

Кафедра-разработчик: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Информационно-измерительных технологий и систем управления

Заведующий кафедрой: Сидельников В.И.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области планирования экспериментов и анализа их результатов. Получить знания о принципах планирования эксперимента, лежащих в основе организации фундаментальных и прикладных научных исследований. Для достижения этой цели необходимо решить задачи по рассмотрению экспериментальных исследований как базы для выполнения наукоемких разработок, рассмотреть вопросы классификации экспериментов, изучить возможные способы моделирования поведения экспериментальных систем.

1.3. Задачи дисциплины

- Сформировать представление о правильной организации эксперимента при проведении научно-исследовательских работ, позволяющего получить математические модели изучаемых технологических процессов, на их основе осуществить оптимизацию соответствующих конструктивных и режимных параметров.
- Научить умению использовать теоретические положения и современные методы планирования и обработки эксперимента при проведении научных исследований.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК- 8	способностью выполнять анализ состояния и динамики функционирования средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качеством продукции, метрологического и нормативного обеспечения производства, стандартизации и сертификации с применением надлежащих современных методов и средств анализа, исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению;	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные требования качества, надежности и стоимости, а также сроки исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты при разработке автоматизированных технологий и производств, 2) современные методы и средства анализа систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качеством продукции. Уметь: 1) анализировать состояние и динамику функционирования средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качеством продукции, 2) исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению. Владеть: 1) навыками по выбору оптимальных решений при создании продукции, разработке автоматизированных технологий и производств, средств их технического и аппаратно-программного обеспечения, 2) навыками анализа отечественного и зарубежного опыта по направлению исследования.		
ПК- 17	способностью разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей,	1

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
	научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований	
Планируемые результаты обучения		
Знать:		
1). Методы подготовки научно-технических отчетов, обзоров и публикаций.		
2) Основные принципы руководства подготовкой отдельных заданий для исполнителей.		
Уметь:		
1). Разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок.		
2) Использовать результаты выполненных исследований для подготовки научно-технических отчетов, обзоров и публикаций.		
Владеть:		
1) Способностью разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований.		
2) Навыками написания различных публикаций, подготовкой докладов и отчетов.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Компьютерные технологии в области автоматизации (ПК-8)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Методы планирования экспериментов			
Тема 1. Общие вопросы планирования и организации эксперимента Основные понятия и определения. Методы планирования эксперимента. Факторы, функции отклика, матрица планирования экспериментов, полный факторный эксперимент, рандомизация, дисперсия, уровень значимости.	6		6
Тема 2. Дисперсионный анализ Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Построение двухфакторного эксперимента с использованием квадратичной модели.	9		6
Тема 3. Корреляционный анализ Корреляция и корреляционный анализ. Коэффициент корреляции Пирсона. Понятие корреляционных связей, их классификация. Корреляционные поля и цель их построения.	6		7
Тема 4. Регрессионный анализ Основные понятия и определения. Оценка уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Оценка значимости коэффициентов. Оценка адекватности модели. Нелинейная регрессия	6		7
Текущий контроль 1 Контрольная работа	2		7
Учебный модуль 2. Факторные планы экспериментов			
Тема 5. Планирование многофакторного эксперимента Однофакторный эксперимент. Двухфакторный эксперимент. Трехфакторный эксперимент. Обработка результатов полного факторного эксперимента.	9		6
Тема 6. Дробный факторный эксперимент Разбиение факторных планов на блоки. Дробные реплики, неполные планы, реализация стратегии планирования эксперимента, факторные планы при дробном факторном эксперименте.	6		7
Тема 7. Ротатабельное планирование Ротатабельность планов первого порядка. Планы второго порядка.	6		7

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Композиционные планы. Ортогональные центральные композиционные планы. Ротатабельные центральные композиционные планы.			
Текущий контроль 2 Коллоквиум	2		
Учебный модуль 3. Планирование экстремальных экспериментов			
Тема 8. Общие вопросы экспериментального поиска экстремума. Метод крутого восхождения. Симплексный метод планирования эксперимента. Обработка результатов эксперимента. Определение точности данных, полученных при проведении эксперимента.	6		6
Тема 9. Методы экспериментальной оптимизации. Факторные методы определения экстремума. Шаговые методы экспериментальной оптимизации. Метод крутого восхождения - метод Бокса-Уилсона, метод Гаусса-Зейделя.	6		7
Текущий контроль Коллоквиум	2		2
Промежуточная аттестация по дисциплине Зачет	6		4
ВСЕГО:	72		72

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Не предусмотрено.

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Однофакторный дисперсионный анализ. Решение задач.	2	2				
2	Двухфакторный дисперсионный анализ. Решение задач.	2	2				
3	Корреляционный анализ. Решение задач.	2	2			2	2
4	Регрессионный анализ. Метод множественной корреляции. Решение задач. Контрольная работа.	2	5			2	2
5	Планирование эксперимента по схеме латинских и греко-латинских квадратов. Решение задач.	2	3				
5	Построение матриц планирования полного факторного эксперимента. Решение задач.	2	3				
5	Статистическая обработка многофакторного эксперимента. Решение задач.	2	3				
6	Построение матриц планирования в дробном факторном эксперименте. Решение задач.	2	3				
7	Построение ротатабельных планов второго порядка. Решение задач.	2	5				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	Коллоквиум.						
8	Построение ортогональных композиционных планов второго порядка. Решение задач.	2	3				
9	Использование шагового метода для оценки параметров. Решение задач. Коллоквиум.	2	3				
ВСЕГО:			34				4

3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Однофакторный дисперсионный анализ	2	2				
2	Двухфакторный дисперсионный анализ	2	2				
3	Корреляционный анализ	2	3				
4	Регрессионный анализ. Метод множественной корреляции	2	2				
5	Статистическая обработка многофакторного эксперимента	2	2			2	2
6	Построение матриц планирования в дробном факторном эксперименте	2	2				
7	Построение ротатабельных планов второго порядка	2	2				
8	Построение ортогональных композиционных планов второго порядка	2	2			2	2
ВСЕГО:			17				4

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1	Контрольная работа	2	1			2	1
2, 3	Коллоквиум	2	2				
3	Коллоквиум					2	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	4			2	23
Подготовка к практическим и лабораторным	2	11			2	30

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
занятиям						
Выполнение домашних заданий					2	74
Подготовка к зачету	2	6			2	
ВСЕГО:		21				60+4

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено.

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Эконометрика [Электрон. ресурс]: учебник/ под ред. В.Б. Уткина. - М.: Дашков и К, 2015.-562с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/174184>).

б) дополнительная учебная литература

2. Методы научных исследований в экономике [Электрон. ресурс]: учебное пособие/ А.И. Хорев [и др.]. - Воронеж: ВГУИТ, 2013.-128с. («КнигаФонд»: Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173834>)

3. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014 - («IPRbooks»: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30012>).

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст]: учеб. пособие / Б.А. Семенов; Доп. УМО по образ. В обл. энергетики и электротехники для студ. вузов, обуч. по напрподгот. 140100. - Изд. 2-е, доп. - СПб.: Лань, 2013. - 400с.

2. Пен, Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics Centurion [Текст] / Р.З. Пен. - Красноярск.: СибГТУ, 2014. - 293с.

3. Гмурман, В.Е. Теория вероятности и математическая статистика [Текст] : учеб. пособие для вузов / В.Е. Гмурман; Рек. МО РФ. - Изд. 12-е, перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2011. - 479с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. URL: <http://window.edu.ru/>

2. Лаборатория обработки и передачи данных. Кафедра сетей связи и передачи данных, С-Пб ГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича [Электронный ресурс]. URL: <http://opds.sut.ru>

3. Мультимедийный портал StatSoft предназначенный для компьютерной аналитики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.statsoft.ru/>

4. «Планирование эксперимента». Большая Советская энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: <http://bse.sci-lib.com/article089597.html>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1

2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет.

8.6. Иные материалы

Раздаточные материалы по темам курса.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Работа с текстами из списка основной учебной литературы, решение задач по различным тематикам, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретического материала дисциплины на занятиях с использованием компьютерных технологий.
Лабораторные занятия	Методические указания для проведения лабораторных работ в электронном виде. Защита лабораторных работ.
Самостоятельная работа	<p>В содержании контрольной работы необходимо показать знание рекомендованной литературы по данной теме. Контрольная работа на тему «использование дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа для обработки экспериментальных данных».</p> <p>При выполнении контрольной работы все пояснения к вопросам должны даваться в полном объеме, последовательно и понятно. Зачет контрольной работы преподавателем осуществляется при выполнении следующих требований: - правильном и подробном решении задач в контрольной работе, - умении достаточно быстро и без помощи пособий решать задачи, аналогичные задачам, предложенным в контрольной работе, - твердом знании основных формул и определений, перечисленных в вопросах для самопроверки.</p> <p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в теме коллоквиума. Подготовить презентацию доклада на коллоквиуме по выбранной теме.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо проработать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, Проанализировать результаты выполнения лабораторных и практических занятий.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК- 8(2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Объясняет основные требования предъявляемые к вопросам планирования и организации эксперимента 2. Осуществляет регрессионный анализ данных подлежащих исследованию 3. Анализирует результаты обработки различных экспериментальных данных 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устное собеседование 2. Практическое задание 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к зачету (36 вопросов) 2. Практические задания (10 заданий)
ПК- 17(1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формулирует основные принципы подготовки и проведения экспериментальных исследований. 2. Использует результаты проведенных экспериментальных исследований для подготовки научно-технических отчетов, 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устное собеседование 2. Практическое задание 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перечень вопросов к зачету (36 вопросов) 2. Практические задания (10 заданий)

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	обзоров и публикаций. 3. Использует навыки подготовки планов, докладов и отчетов о условиях и результатах проведенных экспериментов.		

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Студент показывает знание фактического материала по программе, в том числе: знание обязательной литературы, современных публикаций по программе курса; студент положительно сдал коллоквиумы; учитываются логика, структура, стиль ответа; культура речи, манера общения; готовность к дискуссии, аргументированность ответа; уровень самостоятельного мышления; умение приложить теорию к практике, решить предложенное практическое задание; отсутствие пропусков занятий по неуважительным причинам
Не зачтено	Отсутствие знания пройденного материала, плохое знание обязательной литературы; отрицательный результат по прохождению коллоквиумов; студент допускает существенные ошибки при ответе на вопросы преподавателя; невозможность приложить теорию к практике, решить предложенное практическое задание; наличие неуважительных пропусков занятий.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Активный и пассивный эксперименты.	1
2	Функция отклика, уравнение регрессии коэффициенты регрессии.	1
3	Какие задачи называют экстремальными.	1
4	В чем разница традиционного подхода решения экстремальных задач и планированием экспериментов.	9
5	Привести общую схему планирования экспериментов.	1
6	Указать на особенности этапа выбора факторов.	
7	Как выбираются основной уровень и интервалы варьирования факторов.	1
8	Требования к величине интервала варьирования.	1
9	Какой эксперимент называется полным факторным.	5
10	Что такое дробная реплика и почему на первых этапах эксперимента применяют дробные реплики.	6
11	В чем принципиальное отличие дробных реплик от полного факторного эксперимента.	5
12	Основные свойства дробного и полного факторного эксперимента.	5
13	В чем заключается свойство ортогональности планов.	7
14	Какое планирование называют ротатабельным и в чем его преимущество.	7
15	Почему необходима рандомизация опытов.	1
16	Способ расчета коэффициентов регрессии при использовании дробного и полного факторного эксперимента.	6
17	Классификация экспериментальных планов. Научный и промышленный эксперимент.	8
18	Планирование экспериментов для решения экстремальных задач. Виды параметров оптимизации и требования к ним.	8
19	Научный и промышленный эксперимент. Обобщенный параметр оптимизации. Композиционные и некомпозиционные планы.	7
20	Факторы и требования, предъявляемые к ним. Выбор вида модели и поверхность	7

	отклика. Уравнение регрессии и его коэффициенты.	
21	Полный факторный эксперимент. Постановка задачи выбор параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства.	5
22	Матрица планирования эксперимента и способы ее построения. Полный факторный эксперимент 2k.	5
23	Линейные эффекты и эффекты парного взаимодействия. Свойства полного факторного эксперимента.	5
24	Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Регулярные дробные реплики, определяющие контрасты и генерирующие соотношения.	6
25	Свойства дробного факторного экспериментов.	6
26	Ротатабельность. Проведение эксперимента и анализ полученных данных.	7
27	Реализация плана эксперимента и рандомизация. Обработка результатов эксперимента, регрессионный анализ и метод наименьших квадратов.	4
28	Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости.	4
29	Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов.	4
30	Метод крутого восхождения - метод Бокса-Уилсона	9
31	Метод Гаусса-Зейделя	9
32	Однофакторный дисперсионный анализ.	2
33	Двухфакторный дисперсионный анализ. Построение двухфакторного эксперимента с использованием квадратичной модели.	2
34	Коэффициент корреляции Пирсона.	3
35	Корреляционные поля и цель их построения.	3
36	Понятие корреляционных связей, их классификация.	3

10.2.2. Вариант типового практического задания, разработанного в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовой задачи	Ответ															
1	Найти ряд Маклорена для функции $\cos^2 x$.	$\cos^2 x = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n 2^{2n-1} x^{2n}}{(2n)!}$															
2	<p>Построить с помощью интерполяционной формулы Лагранжа интерполяционный полином для функции $y = L(x)$, значения аргумента и соответствующие значения функции даны в таблице.</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>x_3</th> <th>x_4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>x_i</th> <td>10</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>16</td> </tr> <tr> <th>y_i</th> <td>1</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>		x_1	x_2	x_3	x_4	x_i	10	12	14	16	y_i	1	3	6	8	<p>интерполяционный полином для данной функции $y = L(x)$, построенный с помощью интерполяционной формулы Лагранжа имеет вид:</p> $L(x) = -0,1875x^3 + 6,875x^2 - 82x + 14,3333$
	x_1	x_2	x_3	x_4													
x_i	10	12	14	16													
y_i	1	3	6	8													

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

При проведении зачета время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 20 мин.