

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
 дизайна»  
 (СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06** Планирование эксперимента в АСУ

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++m150404-12\_22-12.plx

Кафедра:  Информационно-измерительных технологий и систем управления

Направление подготовки:  
 (специальность) 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:  
 (специализация) Системы автоматизации и управления технологическими процессами

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
2	УП	17	34	57	36	4	Экзамен
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Ремизова И.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления

Сидельников В.И.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сидельников В.И.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 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.

### 1.2 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.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Идентификация моделей объектов автоматизации технологических процессов

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-3: Способен осуществлять контроль технологических процессов изготовления машиностроительных изделий и другой продукции высокой сложности и управление ими</b>
---

<b>Знать:</b> методики и принципы планирования эксперимента, лежащие в основе организации фундаментальных и прикладных научных исследований, функциональные возможности систем сбора, обработки и отображения информации о технологических процессах изготовления другой продукции высокой сложности.
---

<b>Уметь:</b> планировать технологические эксперименты; использовать возможности данных SCADA-систем для анализа производственной ситуации при изготовлении продукции высокой сложности.
--

<b>Владеть:</b> методами проведения исследований с применением CAD-, CAE-, CAPP-систем технологических процессов изготовления продукции высокой сложности; основами подготовки предложений по предупреждению и ликвидации брака при изготовлении продукции высокой сложности.
---

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Методы планирования экспериментов	2					Ко
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.		1	3	6	ГД	
Тема 2. Дисперсионный анализ Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Построение двухфакторного эксперимента с использованием квадратичной модели.		2	4	6		
Тема 3. Корреляционный анализ Корреляция и корреляционный анализ. Коэффициент корреляции Пирсона. Понятие корреляционных связей, их классификация. Корреляционные поля и цель их построения.		2	4	6		
Тема 4. Регрессионный анализ Основные понятия и определения. Оценка уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Оценка значимости коэффициентов. Оценка адекватности модели. Нелинейная регрессия		2	4	7		
Раздел 2. Факторные планы экспериментов						
Тема 5. Планирование многофакторного эксперимента Однофакторный эксперимент. Двухфакторный эксперимент. Трехфакторный эксперимент. Обработка результатов полного факторного эксперимента.	2	3	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.	2	4	6		
Тема 7. Ротатабельное планирование Ротатабельность планов первого порядка. Планы второго порядка. Композиционные планы. Ортогональные центральные композиционные планы. Ротатабельные центральные композиционные планы.	2	4	7		
Раздел 3. Планирование экстремальных экспериментов					
Тема 8. Общие вопросы экспериментального поиска экстремума. Метод крутого восхождения. Симплексный метод планирования эксперимента. Обработка результатов эксперимента. Оределение точности данных, полученных при проведении эксперимента.	2	4	6		Ko
Тема 9. Методы экспериментальной оптимизации Факторные методы определения экстремума. Шаговые методы экспериментальной оптимизации. Метод крутого восхождения - метод Бокса-Уилсона, метод Гаусса-Зейделя.	2	4	7		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	57		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5	33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		53,5	90,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-3	1. Формулирует основные методики и принципы подготовки и проведения экспериментальных исследований. 2. Использует методики планирования технологических экспериментов; использует результаты проведенных экспериментальных исследований для подготовки научно-технических отчетов, обзоров и публикаций. 3. Анализирует результаты обработки различных экспериментальных данных; использует навыки подготовки	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания

	планов, докладов и отчетов о условиях и результатах проведенных экспериментов.	
--	--	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Ответ студента содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса, но сравнению с учебной литературой;</li> <li>знание концептуально-понятийного аппарата всего курса;</li> <li>знание монографической литературы по курсу, а также свидетельствует о способности:</li> <li>самостоятельно критически оценивать основные положения курса;</li> <li>увязывать теорию с практикой.</li> </ul> <p>Оценка «отлично» не ставится в случаях систематических пропусков студентом занятий по неуважительным причинам, а также неправильных ответов на дополнительные вопросы преподавателя.</p>	<p>Работа выполнена в полном объеме с соблюдением требуемой последовательности действий, самостоятельно. Правильно выбраны параметры и оборудование. Выполнены условия и режимы, обеспечивающие получение правильных результатов и выводов.</p>
4 (хорошо)	<p>Ответ студента свидетельствует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>о полном знании материала по программе;</li> <li>о знании рекомендованной литературы,</li> </ul> <p>а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.</p> <p>Оценка «хорошо» не ставится в случаях пропусков студентом семинарских и лекционных занятий по неуважительным причинам.</p>	<p>Выполнены требования к оценке «отлично», но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Ответ студента содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;</li> <li>затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;</li> <li>стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.</li> </ul>	<p>Работа выполнена не полностью но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильный результат и вывод; если в ходе выполнения приема были допущены ошибки.</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>Ставится студенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.</p>	<p>Работа выполнена не полностью и объём выполненной части работ не позволяет сделать правильных выводов; если приемы выполнялись неправильно.</p>

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Понятие корреляционных связей, их классификация.
2	Корреляционные поля и цель их построения.
3	Коэффициент корреляции Пирсона.

4	Двухфакторный дисперсионный анализ. Построение двухфакторного эксперимента с использованием квадратичной модели.
5	Однофакторный дисперсионный анализ.
6	Метод Гаусса-Зейделя
7	Метод крутого восхождения - метод Бокса-Уилсона
8	Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов.
9	Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости.
10	Реализация плана эксперимента и рандомизация. Обработка результатов эксперимента, регрессионный анализ и метод наименьших квадратов.
11	Ротатабельность. Проведение эксперимента и анализ полученных данных.
12	Свойства дробного факторного экспериментов.
13	Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Регулярные дробные реплики, определяющие контрасты и генерирующие соотношения.
14	Линейные эффекты и эффекты парного взаимодействия. Свойства полного факторного эксперимента.
15	Матрица планирования эксперимента и способы ее построения. Полный факторный эксперимент $2^k$ .
16	Полный факторный эксперимент. Постановка задачи выбор параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства.
17	Факторы и требования, предъявляемые к ним. Выбор вида модели и поверхность отклика. Уравнение регрессии и его коэффициенты.
18	Научный и промышленный эксперимент. Обобщенный параметр оптимизации. Композиционные и некомпозиционные планы
19	Планирование экспериментов для решения экстремальных задач. Виды параметров оптимизации и требования к ним.
20	Классификация экспериментальных планов. Научный и промышленный эксперимент.
21	Способ расчета коэффициентов регрессии при использовании дробного и полного факторного эксперимента
22	Почему необходима рандомизация опытов.
23	Какое планирование называют ротатабельным и в чем его преимущество.
24	В чем заключается свойство ортогональности планов.
25	Основные свойства дробного и полного факторного эксперимента.
26	В чем принципиальное отличие дробных реплик от полного факторного эксперимента.
27	Что такое дробная реплика и почему на первых этапах эксперимента применяют дробные реплики.
28	Какой эксперимент называется полным факторным.
29	Требования к величине интервала варьирования.
30	Как выбирают основной уровень и интервалы варьирования факторов.
31	Указать на особенности этапа выбора факторов.
32	Привести общую схему планирования экспериментов.
33	В чем разница традиционного подхода решения экстремальных задач и планированием экспериментов.
34	Какие задачи называют экстремальными.
35	Функция отклика, уравнение регрессии коэффициенты регрессии.
36	Активный и пассивный эксперименты.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Найти ряд Маклорена для функции  $\cos^2 x$ .
2. Построить с помощью интерполяционной формулы Лагранжа интерполяционный полином для функции, значения аргумента и соответствующие значения функции представлены таблицей.

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  + Письменная  + Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 30 мин. Использование сотовых телефонов и подобных устройств запрещено.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
И.В. Ремизова	Планирование эксперимента при разработке управления. Ч.1 : практикум	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1614867535.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1614867535.pdf</a>
Иванов О. М.	Планирование эксперимента	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201815">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201815</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Юдин, Ю. В., Майсурадзе, М. В., Водолазский, Ф. В., Попова, А. А.	Организация и математическое планирование эксперимента	Екатеринбург: Издательство Уральского университета	2018	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/106473.html">http://www.iprbooks.hop.ru/106473.html</a>
Пугачева, Т. М.	Планирование эксперимента	Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2018	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/90698.html">http://www.iprbooks.hop.ru/90698.html</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

PTC Mathcad 15

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
-----------	-----------



Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду