

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Тихоокеанский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ С.В. Шалобанов

"__" _____ 2007г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
по кафедре «Литейное производство и технология металлов»

**ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

Утверждена научно-методическим советом университета
для направлений подготовки (специальностей) в области металлургии,
машиностроения и материалобработки.

Хабаровск 2007 г.

Программа разработана в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта, предъявляемыми к минимуму содержания дисциплины и в соответствии с примерной программой дисциплины, утвержденной департаментом образовательных программ и стандартов профессионального образования с учетом особенностей региона и условий организации учебного процесса Тихоокеанского государственного университета

Программу составил
Щекин А.В.

к.т.н., доцент, кафедра ЛП и ТМ

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
протокол № _____ от «___» _____ 2007 г.

Заведующий кафедрой _____ «___» _____ 2007 г. Ри Хосен

Программа рассмотрена и утверждена на заседании УМК и рекомендована к изданию

Протокол № _____ от «___» _____ 2007г.

Председатель УМК _____ «___» _____ 2007 г. Мащенко А.Ф.

Директор института _____ «___» _____ 2007 г. Воронин В.В.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели и задачи изучаемой дисциплины.

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основами планирования эксперимента и математической обработки результатов опыта. Правильная организация эксперимента является основой построения математических моделей и отыскания оптимальных условий протекания сложных процессов или выбора оптимального состава многокомпонентной системы. Необходимость изучения методологии планирования эксперимента обусловлена универсальностью применения в большинстве областей исследований, интересующих современного инженера.

1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент специальности «Литейное производство черных и цветных металлов» должен *знать* об основных принципах планирования научного и промышленного экспериментов, получить представление о выборе плана при поиске оптимальных условий и экстремума функции отклика, регрессионном и дисперсионном анализе данных.

Студент должен *уметь* составлять планы отсеивающего эксперимента и проводить обработку результатов эксперимента.

Студент должен *иметь* представление о полном и дробном факторном эксперименте, о способах их реализации, о планах первого и второго порядка, о кругом восхождении по поверхности отклика

1.3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1 - Объем дисциплины и виды учебной работы

Наименование	По учебным планам основной траектории обучения	
	С максимальной трудоемкостью	С минимальной трудоемкостью
Общая трудоемкость дисциплины		
по ГОС	-	
по УП	68	
Изучается в семестрах	4	
Вид итогового контроля посеместрам		
зачет	4	
экзамен	-	

Аудиторные занятия		
всего	51	
лекции	34	
практические работы	17	
Самостоятельная работа		
общий объем часов (С ₂)	51	
В том числе на подготовку к лекциям	17	
на подготовку к практическим работам	34	
на выполнение КР	-	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Тематический план лекционных занятий

Тема 1. Научные проблемы и противоречия в развитии литейного производства.

Противоречия между существующими концепциями литейного производства и развитие новых материалов, сплавов, процессов. Научные исследования по определению главных закономерностей и оптимизации параметров технологических процессов.

Тема 2. Исследовательские испытания и планирование эксперимента.

История планирования эксперимента. Общие представления о планировании экспериментов. Основные определения. Активный и пассивный эксперимент.

Тема 3. Классификация экспериментальных планов.

Классификация экспериментальных планов. Научный и промышленный эксперимент. Планы дисперсионного анализа и отсеивающего эксперимента. Планы для изучения поверхности отклика и изучения механизма явлений.

Тема 4. Математическое планирование эксперимента.

Полный факторный эксперимент. Постановка задачи выбор параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения.

Тема 5. Виды параметров оптимизации и требования к ним.

Планирование экспериментов для решения экстремальных задач. Виды параметров оптимизации и требования к ним. Обобщенный параметр оптимизации.

Тема 6. Факторы и требования предъявляемые к ним.

Факторы и требования предъявляемые к ним. Управляемость и совместимость, независимость и некоррелированность факторов.

Тема 7. Выбор вида модели и поверхность отклика.

Выбор вида модели и поверхность отклика. Выбор интервала, шага и единицы варьирования факторов. Полиномиальная форма аппроксимации. Уравнение регрессии и его коэффициенты.

Тема 8. Композиционные и некомпозиционные планы.

Планы для изучения поверхности отклика и методы их построения. Звездные и центральные точки композиционных планов. Неполные факторные эксперименты некомпозиционных планов.

Тема 9. Полный факторный эксперимент.

Постановка задачи выбор параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения.

Тема 10. Дробный факторный эксперимент.

Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Регулярные дробные реплики, определяющие контрасты и генерирующие соотношения.

Тема 11. Свойства полного и дробного факторных экспериментов.

Линейные эффекты и эффекты парного взаимодействия. Свойства полного факторного эксперимента. Свойства дробного факторного экспериментов. Рототабельность.

Тема 12. Проведение эксперимента и анализ полученных данных.

Правила реализации экспериментального плана и принцип рандомизации.

Тема 13. Обработка результатов эксперимента.

Обработка результатов эксперимента, корреляционный и регрессионный анализ, метод наименьших квадратов.

Тема 14. Расчет коэффициентов зависимости и проверка их статистической значимости.

Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов.

Тема 15. Этапы разработки математических зависимостей описания реального процесса.

Постановка задачи. Отбор факторов и параметров. Анализ априорной информации и выбор вида зависимости. Отсеивающий эксперимент. Планирование основного эксперимента. Реализация экспериментального плана и обработка результатов опытов.

Тема 16. Выбор вида зависимости и планирование эксперимента.

Задачи оптимизации и математическое описание влияния каждого фактора на функцию оптимизации. Поверхность отклика и оптимум функции. Целевая функция оптимизации и планирование эксперимента.

Тема 17. Проведение эксперимента и обработка результатов опытов.

Статистический анализ и оценка точности эксперимента. Первичная и вторичная обработка. Подбор формул по опытным данным. Обсуждение результатов эксперимента.

Таблица 2 – Разделы дисциплины, виды занятий и работ

№	Раздел дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	КП	РГР	ДЗ	Р Ф	С ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Научные проблемы и противоречия в развитии литейного производства.	*							
2	Исследовательские испытания и планирование эксперимента.	*							
3	Классификация экспериментальных планов.	*							
4	Математическое планирование эксперимента.	*		*					
5	Виды параметров оптимизации и требования к ним.	*							
6	Факторы и требования предъявляемые к ним.	*							
7	Выбор вида модели и поверхность отклика.	*							
8	Композиционные и некомпозиционные планы.	*		*					
9	Полный факторный эксперимент.	*							
10	Дробный факторный эксперимент.	*							
11	Свойства полного и дробного факторных экспериментов.	*							
12	Проведение эксперимента и анализ полученных данных.	*							
13	Обработка результатов эксперимента.	*		*					
14	Расчет коэффициентов зависимости и проверка их статистической значимости.	*		*					
15	Этапы разработки математических зависимостей описания реального процесса.	*							
16	Выбор вида зависимости и планирование эксперимента.	*							
17	Проведение эксперимента и обработка результатов опытов.	*		*					

2.2 Практические работы

Практическая работа № 1.

Изучение метода априорного ранжирования для отсеивания незначимых факторов при подготовке плана эксперимента.

Цель. Изучить метод априорного ранжирования и освоить процедуру принятия решения о согласованности мнений экспертов и значимости рассматриваемых факторов.

Исполнение. По предложенному варианту протокола ранжирования факторов заполнить матрицу рангов, вычислить коэффициент конкордации и выполнить проверку согласованности мнений экспертов. Построить диаграмму рангов и сделать вывод об отсеиваемых факторах.

Время выполнения работы - 3 часа.

Практическая работа № 2.

Изучение метода случайного баланса и ознакомление с его применением для экспериментального отсеивания незначимых факторов.

Цель. Освоить процедуру принятия решения о значимости рассматриваемых факторов с помощью насыщенных планов.

Исполнение. Составить насыщенный ортогональный план, построить матрицу планирования используя метод перевала, вычислить коэффициенты регрессии по предложенному варианту протокола измерений, определить их значимость и сделать вывод.

Время выполнения работы - 3 часа.

Практическая работа № 3

Изучение сущности применения сверхнасыщенных планов для отсеивания незначимых факторов при подготовке плана эксперимента.

Цель. Освоить процедуру применения сверхнасыщенных планов для отсеивания незначимых факторов при подготовке плана эксперимента.

Исполнение. Составить матрицу планирования отсеивающих экспериментов используя фрагмент таблицы случайных чисел. Используя протокол результатов измерений, построить исходную диаграмму рассеивания, определить ранги влияющих факторов и значимость линейных эффектов.

Время выполнения работы - 4 часа.

Практическая работа № 4.

Изучение способа получения математической модели на основе центральных композиционных планов 2-го порядка.

Цель. Освоить процедуру применения математико-статистических методов оптимизации в процессе экспериментирования и при обработке полученных данных, а также оценка ее адекватности.

Исполнение. По заданию преподавателя составить блок-схему. Составить программу для нахождения математической модели. Ввести исходные данные в ЭВМ. Распечатать математическую модель исследуемого процесса. Оценить адекватность и провести анализ полученных результатов.

Время выполнения работы - 4 часа.

Практическая работа № 5.

Изучение влияния физических и технологических факторов на усадку отливок методом априорного ранжирования.

Цель. Изучить влияния физических и технологических факторов на величину усадки отливок.

Исполнение. По предложенному набору физических и технологических факторов провести ранжирование и заполнить матрицу рангов с учетом связанных рангов, выполнить проверку согласованности мнений экспертов. Построить диаграмму рангов и сделать вывод об отсеиваемых факторах.

Время выполнения работы - 3 часа.

Таблица 2. Тематический план практических занятий

№ работы	Наименование практической работы	Объем часов по специальности 150104.65
4 семестр		
1	Априорное ранжирование факторов.	3
2	Метод случайного баланса.	3
3	Сверхнасыщенные планы.	4
4	Центральные композиционные планы второго порядка.	4
5	Анализ влияния физических и технологических факторов на усадку отливок.	3
Итого		17 часов

3. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Входной контроль – контроль остаточных знаний студентов производится в начале изучения дисциплины в письменной форме в виде вопросов по основным темам дисциплин, на которых базируется изучение дисциплины «Высшая математика», «Физика», «Материаловедение» и др.

Текущий контроль производится по результатам выполнения лабораторных работ.

Выходной контроль производится по результатам зачета.

3.1. Вопросы входного контроля

1. Что такое физическая величина?
2. Технологические параметры литья.
3. Что такое математическое ожидание?
4. Что такое дисперсия?
5. Что такое среднее квадратичное отклонение?
6. Виды распределения случайных величин?
7. Что такое аппроксимация?
8. Что такое интерполяция?
9. Что такое экстраполяция?
10. От каких факторов зависит усадка металла?
11. Для чего выполняется термообработка и от каких факторов она зависит?
12. Что такое закалка, отжиг и нормализация?
13. Закон теплопроводности Фурье и закон теплоотдачи Ньютона.
14. Языки программирования высокого уровня.
15. Оценки параметров распределения случайных величин.

3.2. Текущий контроль

1. Активный и пассивный эксперименты.
2. Функция отклика, уравнение регрессии коэффициенты регрессии.
3. Какие задачи называют экстремальными, привести пример из области литейного производства.
4. В чем разница традиционного подхода решения экстремальных задач и планированием экспериментов.
5. Привести общую схему планирования экспериментов.
6. Указать на особенности этапа выбора факторов.
7. Как выбираются основной уровень и интервалы варьирования факторов.
8. Требования к величине интервала варьирования.
9. Какой эксперимент называется полным факторным.
10. Что такое дробная реплика и почему на первых этапах эксперимента применяют дробные реплики.
11. В чем принципиальное отличие дробных реплик от полного факторного эксперимента.

12. Что такое генерирующее соотношение и определяющий контраст.
13. Основные свойства дробного и полного факторного эксперимента.
14. В чем заключается свойство ортогональности планов.
15. Какое планирование называют ротатабельным и в чем его преимущество, почему необходима рандомизация опытов.
16. Способ расчета коэффициентов регрессии при использовании дробного и полного факторного эксперимента.

3.3. Вопросы выходного контроля

1. Активный и пассивный эксперимент. Классификация экспериментальных планов. Научный и промышленный эксперимент.
2. Планирование экспериментов для решения экстремальных задач. Виды параметров оптимизации и требования к ним.
3. Научный и промышленный эксперимент. Обобщенный параметр оптимизации. Композиционные и некомпозиционные планы.
4. Факторы и требования предъявляемые к ним. Выбор вида модели и поверхность отклика. Уравнение регрессии и его коэффициенты.
5. Полный факторный эксперимент. Постановка задачи выбор параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства.
6. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения. Полный факторный эксперимент 2^k .
7. Линейные эффекты и эффекты парного взаимодействия. Свойства полного факторного эксперимента.
8. Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Регулярные дробные реплики, определяющие контрасты и генерирующие соотношения.
9. Свойства дробного факторного экспериментов. Ротатабельность. Проведение эксперимента и анализ полученных данных.
10. Реализация плана эксперимента и рандомизация. Обработка результатов эксперимента, регрессионный анализ и метод наименьших квадратов.
11. Расчет коэффициентов модели и проверка их статистической значимости. Проверка адекватности модели. Интерпретация результатов.
12. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.
13. Крутое восхождение по поверхности отклика. Движение по градиенту и расчет крутого восхождения. Эффективность и неэффективность крутого восхождения.

4.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор (авторы)	Название	Год издания	Обеспеченность
-------	----------------	----------	-------------	----------------

				библиотекой ТОГУ
1.	Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.	Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий	1976	4
2.	Зажигаев Л.С.	Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента.	1978	1
3.	Бродский В.З.	Введение в факторное планирование эксперимента	1976	3
4.	Барабашук В. И.	Планирование эксперимента в технике	1984	3
5.	Тюрин Е.Н., Макаров А.А.	Анализ данных на компьютере	1995	6
6.	Ящерицын П. И.	Планирование эксперимента в машиностроении	1985	3

5. КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Контроль самостоятельной работы студентов проводится по результатам выполнения практических занятий.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для выполнения практических занятий и их оформления студенты используют кафедральные компьютеры, принтеры и сканеры.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В рабочей программе предусмотрено изучение вопросов планирования эксперимента и методов обработки результатов измерений, а также их интерпретации. Изучение дисциплины дает студентам знания и навыки формализации прикладных задач для синтеза физических и математических моделей технологических процессов и систем, приобретаются навыки использования методов оптимизации.

Базовыми дисциплинами являются «Материаловедение», «Физика», «Информатика», «Высшая математика».

Программа рассчитана на 68 часов.

Программа составлена в соответствии с государственным стандартом высшего профессионального образования по подготовке специалистов 150104.65 «Литейное производство черных и цветных металлов».

8. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПЕРСОНАЛИЙ.

А

Априорное ранжирование факторов – метод выбора наиболее важных факторов, основанный на экспертной оценке.

Б

Блок плана – часть плана, включающего опыты, условия проведения которых однородны.

В

Временный дрейф – случайное или неслучайное изменение функции отклика во времени.

Г

Генератор плана – алгебраическое выражение, используемое при построении дробного факторного плана.

Д

Дисперсия оценки функции отклика – Дисперсия оценки математического ожидания отклика в некоторой данной точке заданного пространства.

И

Интервал варьирования факторов - половина размаха варьирования факторов.

К

Коэффициент регрессии – коэффициенты уравнения, определяемые методом регрессионного анализа.

М

Матрица плана – стандартная форма записи условий проведения экспериментов в виде прямоугольной таблицы, строки которой отвечают опытам, столбцы - факторам.

Н

Нормализация факторов – преобразование натуральных значений факторов в безразмерные.

О

Опыт – воспроизведение используемого явления в определенных условиях проведения эксперимента при возможности регистрации его опытов.

П

План эксперимента – совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов.

Поверхность отклика – геометрическое представление функции отклика.

Полный факторный эксперимент – эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов.

Р

Размах варьирования факторов – Разность между максимальным и минимальным натуральными значениями факторов в данном плане.

Рандомизация плана – один из приемов планирования эксперимента, имеющий целью свести эффект некоторого неслучайного фактора к случайной ошибки.

С

Спектр плана – совокупность всех точек плана, отличающихся уровнями хотя бы одного фактора.

Т

Точка плана - упорядоченная совокупность численных значений факторов, соответствующая условиям проведения опыта.

У

Уровень фактора – фиксированное значение фактора относительно начала отсчета.

Ф

Фактор – Переменная величина по предположению влияющая на результаты эксперимента.

Ц

Центр плана – точка плана, соответствующая нулям нормализованной шкалы по всем факторам.

Э

Эксперимент – система операций направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях.

Эффект взаимодействия факторов – показатель зависимости изменения эффекта одного фактора от уровней других факторов.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
 Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
 Тихоокеанский государственный университет

Институт информационных технологий
Кафедра «Литейное производство и технология металлов»

«СОГЛАСОВАНО»
 Директор Института информационных технологий

_____ Клепиков С.И.

" __ " _____ 2007г.

«УТВЕРЖДЕНО»
 Начальник Учебно-методического управления

_____ Иванищев Ю.Г.

" __ " _____ 2007г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине
**ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
 И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

Аб-бре-виа-тура спе-ци-аль-но-сти	Отчетность							Часов занятий								
	Эк-за-мен	За-чет	КП	КР	РГР	Кон-трол-ьная ра-бота	Тест-контр. зад	Учебный план основной тра-ектории		Учебный план специальности заданной тра-ектории						
								по ГОС	по уч. пла-ну	пе-ре-ат	ЛКЦ	ЛБР	ПРЗ	Ауд	Самостоя-тельная работа	
															все го	на сес-сию
ЛП	-	4	-	-	-	-	-	68	-	34	-	17	51	17	-	

Рабочая программа составлена в соответствии с содержанием и требованиями Государственного образовательного стандарта и утвержденной программой дисциплины

Рабочую программу составил Щекин А.В.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
протокол № _____ от « ____ » _____ 2007г.

Заведующий кафедрой _____ « ____ » _____ 2007г.

Одобрено Учебно-методической комиссией
Председатель УМК _____ « ____ » _____ 2007 г

Таблица 1. Тематический план лекционных занятий.

№ темы	Раздел (тема) дисциплины	Объем часов по специальности 150104.65
4 семестр		
1	Научные проблемы и противоречия в развитии литейного производства.	2
2	Исследовательские испытания и планирование эксперимента.	2
3	Классификация экспериментальных планов.	2
4	Математическое планирование эксперимента.	2
5	Виды параметров оптимизации и требования к ним.	2
6	Факторы и требования предъявляемые к ним.	2
7	Выбор вида модели и поверхность отклика.	2
8	Композиционные и некомпозиционные планы.	2
9	Полный факторный эксперимент.	2
10	Дробный факторный эксперимент.	2
11	Свойства полного и дробного факторных экспериментов.	2
12	Проведение эксперимента и анализ полученных данных.	2
13	Обработка результатов эксперимента.	2
14	Расчет коэффициентов зависимости и проверка их статистической значимости.	2
15	Этапы разработки математических зависимостей описания реального процесса.	2
16	Выбор вида зависимости и планирование эксперимента.	2
17	Проведение эксперимента и обработка результатов опытов.	2
Итого		24 часа

Таблица 2. Тематический план практических занятий

№ работы	Наименование практической работы	Объем часов по специальности 150104.65
4 семестр		
Производство отливок из цветных сплавов		
1	Априорное ранжирование факторов.	3
2	Метод случайного баланса.	3
3	Сверхнасыщенные планы.	4
4	Центральные композиционные планы второго порядка.	4
5	Анализ влияния физических и технологических факторов на усадку отливок.	3
Итого		17 часов

ПЛАН-ГРАФИК САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине Планирование эксперимента и обработка результатов измерений

Институт информационных технологий

Специальность ЛП группа II курс

Семестр 4

Часов в неделю (Лек.-лаб.-практ./С2-РГР) 2-0-1/1

Вид занятия	Распределение часов учебного плана				Объем домашних занятий		Распределение нормативного времени самостоятельной работы студентов по неделям семестра																
	ауди-торные занятия	С2			страниц текста	чертежей А4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		всего	в том числе																				
			на теорию	выполнение задания																			
Лекции	34																						
Лабораторные	17	17	17				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Практические																							
КП, КР, РГР																							
Итого	51	17	17				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Лектор _____