

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет прикладной математики и информатики

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФПМИ

профессор, д.т.н. Лемешко
Борис Юрьевич

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и анализ экспериментов

ООП: направление 010500.62 Прикладная математика и информатика

Шифр по учебному плану: СД(М).В.1.2

Факультет: прикладной математики и информатики очная форма обучения

Курс: 4, семестр: 8

Лекции: 36

Практические работы: - Лабораторные работы: 48

Курсовой проект: 8 Курсовая работа: - РГЗ: -

Самостоятельная работа: 76

Экзамен: 8 Зачет: -

Всего: 160

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 510200 Прикладная математика и информатика.(№ 200 ен/бак от 23.03.2000)

СД(М).В.1.2, дисциплины по выбору студента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Программных систем и баз данных протокол № 3 от 31.08.2011

Программу разработал

профессор, д.т.н.

Попов Александр Александрович

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Попов Александр Александрович

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Соловейчик Юрий Григорьевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
	Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов. Информационная матрица и ее свойства. Критерии оптимальности планов эксперимента. Геометрия эллипсоида рассеяния оценок параметров и критерии оптимальности. Классификация критериев оптимальности. Условия оптимальности планов эксперимента. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов Минимаксное, байесовское, локально-оптимальное и последовательное планирование эксперимента как стратегии при различном уровне априорной информации о параметрах модели. Комбинаторные планы эксперимента для моделей с качественными факторами. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Реплики от ПФЭ. Латинские квадраты. Греко-латинские квадраты. Оптимальное планирование эксперимента для моделей динамических систем. Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 510200 - Прикладная математика и информатика . 1.3. Квалификационная характеристика бакалавра прикладной математики и информатики Сферами профессиональной деятельности бакалавра прикладной математики и информатики являются научно - исследовательские центры, государственные органы управления, образовательные учреждения и организации различных форм собственности, использующие методы прикладной математики и компьютерные технологии в своей работе. Бакалавр прикладной математики и информатики подготовлен преимущественно к выполнению исследовательской деятельности в областях, использующих методы прикладной математики и компьютерные технологии; к разработке и применению современных математических методов и программного обеспечения для решения задач науки, техники, экономики и управления; к использованию информационных технологий в проектно-конструкторской, управленческой и финансовой деятельности. Бакалавр прикладной математики и информатики может занимать должности, требующие высшего образования в	160

	соответствии с законами Российской Федерации. Бакалавр может быть подготовлен к педагогической деятельности на должности учителя в средней школе или колледже при условии освоения соответствующей дополнительной образовательной программы психолого-педагогического профиля. 7.1. Требования к профессиональной подготовленности бакалавра прикладной математики и информатики Бакалавр прикладной математики и информатики должен обладать теоретическими знаниями и практическими навыками, соответствующими основной образовательной программе подготовки п.4 настоящего государственного образовательного стандарта. Бакалавр прикладной математики и информатики должен знать и уметь использовать: - дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных, теорию числовых и функциональных рядов, методы теории функций комплексного переменного; - аналитическую геометрию и линейную алгебру; - методы исследования основных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики; - основные понятия и методы дискретной математики; - методы теории вероятностей и математической статистики; - методы решения задач оптимизации, теории игр и исследования операций; - численные методы решения типовых математических задач и уметь применять их при исследовании математических моделей; - основы теории алгоритмов и ее применения, методы построения формальных языков, основные структуры данных, основы машинной графики, архитектурные особенности современных ЭВМ; - синтаксис, семантику и формальные способы описания языков программирования, конструкции распределенного и параллельного программирования, методы и основные этапы трансляции; способы и механизмы управления данными; - принципы организации, состав и схемы работы операционных систем, принципы управления ресурсами,	
--	--	--

	методы организации файловых систем, принципы построения сетевого взаимодействия, основные методы разработки программного обеспечения; основные модели данных и их организацию, принципы построения языков запросов и манипулирования данными, методы построения баз знаний и принципы построения экспертных систем; основные понятия, законы и модели классической механики, электродинамики, молекулярной и статистической физики, физические основы построения ЭВМ; основные тенденции развития современного естествознания, основы математического моделирования и его применения в исследовании физических, химических, биологических, экологических процессов. Бакалавр прикладной математики и информатики должен иметь опыт работы на различных типах ЭВМ, применения стандартных алгоритмических языков, использования приближенных методов и стандартного программного обеспечения для решения прикладных задач, пакетов прикладных программ и баз данных, средств машинной графики, экспертных систем и баз знаний. Бакалавр прикладной математики и информатики должен обладать знаниями и умениями, позволяющими применять современные математические методы и программное обеспечение для решения задач науки, техники, экономики и управления и использования информационных технологий в проектно-конструкторской, управленческой и финансовой деятельности. Бакалавр прикладной математики и информатики должен быть способен к совершенствованию своей профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики.	
--	---	--

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС по направлению 510200, решение ученого Совета ФПМИ от 24.06.2003, протокол №6
Адресат курса	Студенты, обучающиеся по направлению 010500 - прикладная математика и информатика
Основная цель (цели) дисциплины	Целью изучения дисциплины является приобретение практических навыков решения задач синтеза и анализа

	планов эксперимента для линейных, нелинейных, динамических моделей и моделей с качественными переменными.
Ядро дисциплины	Изучение дисциплины и приобретение знаний осуществляется в деятельности по разработке алгоритмов, их программной реализации, решению модельных задач по построению оптимальных планов эксперимента при построении многофакторных регрессионных моделей объектов. В том числе: построение непрерывных оптимальных планов эксперимента для линейных моделей, построение дискретных оптимальных планов, оптимальное планирование эксперимента для нелинейных моделей, для моделей динамических систем, для моделей с разнотипными переменными. Данный авторский курс отражает достижения, полученные учеными сибирской школы планирования эксперимента. Из многочисленных подходов решения подобных задач отобраны наиболее обоснованные и эффективные с точки зрения их практического использования. Теоретические знания доводятся до уровня умений и навыков при выполнении лабораторных работ.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Знания и умения, приобретаемые при изучении данной дисциплины, используются при выполнении исследовательских частей выпускных квалификационных работ в области моделирования и анализа данных.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного изучения дисциплины студенту необходимы знания, получаемые из курсов математического анализа, линейной алгебры, теории вероятности и математической статистики, методов программирования, статистических методов анализа данных. Опыт работы на персональном компьютере, знание систем программирования (C++, Pascal, Fortran), математических пакетов MatLab, MatCad, Maple.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О задаче оптимального планирования эксперимента в условиях ограниченных ресурсов;
2	Как выбирать критерии оптимальности планов эксперимента в соответствии с поставленными целями использования моделей;
3	Какими средствами решается задача синтеза непрерывных и дискретных планов эксперимента;
4	О методах оценивания параметров нелинейных моделей;
5	О постановках задач синтеза оптимальных планов для моделей динамических систем;
6	О типах оптимальных планов для моделей с качественными и смешанными переменными;
знать	
7	Логические основания теории оптимального планирования эксперимента;
8	Понятия плана эксперимента, критериев оптимальности, экстремальных задач синтеза оптимальных планов;
9	Определение информационной матрицы плана эксперимента для линейных моделей, ее свойства;
10	Условия оптимальности планов эксперимента для различных критериев оптимальности;
11	Алгоритмы синтеза непрерывных планов эксперимента;
12	Алгоритмы синтеза дискретных оптимальных планов эксперимента и их отличия от непрерывных планов;
13	Оценку информационной матрицы для нелинейных по параметрам моделей;
14	Стратегии планирования эксперимента для нелинейных по параметрам моделей при различном уровне априорной информации о параметрах модели;
15	Численные процедуры оценивания параметров нелинейных моделей;
16	Стратегии и рычаги планирования эксперимента для моделей динамических систем;
17	Алгоритмы планирования эксперимента для моделей с качественными факторами.
уметь	
18	Делать постановку задач планирования эксперимента с учетом прикладных целей исследования зависимостей;
19	Реализовывать и использовать готовые алгоритмы синтеза оптимальных планов;
20	Учитывать особенности проведения активных экспериментов при уточнении оценок параметров нелинейных моделей и осуществлять стратегии оптимального планирования эксперимента;
21	Учитывать особенности проведения активных экспериментов при уточнении оценок параметров динамических моделей и осуществлять наиболее эффективные стратегии оптимального планирования эксперимента;

22	Реализовывать и использовать готовые алгоритмы оценивания параметров нелинейных моделей;
23	Применять известные комбинаторные планы эксперимента для моделей с качественными факторами, осуществлять синтез таких планов в виде оптимальной подвыборки из полного факторного эксперимента.
24	Проводить оценку параметров в линейных моделях с качественными фактора
25	Проводить робастную оценку параметров линейных регрессионных моделей

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8		
Модуль: Раздел 1. Теоретические основы оптимального планирования эксперимента		
Дидактическая единица: Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов.		
Задача оптимального планирования эксперимента.	2	1, 7, 9
Дидактическая единица: Линейные регрессионные модели. Оценивание параметров. Информационная матрица и ее свойства.		
Информационная матрица и ее свойства.	4	9
Дидактическая единица: Критерии оптимальности планов эксперимента. Геометрия эллипсоида рассеяния оценок параметров и критерии оптимальности. Классификация критериев оптимальности.		
Критерии оптимальности планов эксперимента.	4	18, 8
Дидактическая единица: Поиск оптимального плана как решение экстремальной задачи.		
Решение экстремальной задачи поиска оптимального плана.	2	11, 8
Дидактическая единица: Условия оптимальности (теорема) для общего случая. Условия D-оптимальности. Теорема эквивалентности D- и G-оптимальных непрерывных планов.		
Условия оптимальности планов эксперимента для различных критериев оптимальности.	2	10
Дидактическая единица: Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Последовательный алгоритм и комбинированный алгоритм.		
Численные процедуры построения непрерывных оптимальных планов.	2	11, 19
Модуль: Раздел 2. Дискретные оптимальные планы		

эксперимента		
Дидактическая единица: Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритмы Федорова, Митчела, градиентной замены).		
Алгоритмы замены синтеза дискретных оптимальных планов.	4	12, 19
Дидактическая единица: Последовательная схема планирования эксперимента. Оптимальная последовательность наращивания числа наблюдений. Алгоритмы включения и исключения на дискретном множестве точек. Универсальность схемы последовательного достраивания плана.		
Алгоритм последовательного достраивания синтеза дискретных оптимальных планов.	2	12, 19
Модуль: Раздел 3. Планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей		
Дидактическая единица: Предположения о свойствах модели наблюдения при нелинейно входящих в нее неизвестных параметрах. Оценка информационной матрицы. Уровни априорной информации о параметрах модели.		
Оценка информационной матрицы. Уровни априорной информации о параметрах модели.	2	13, 20
Дидактическая единица: Минимаксное, байесовское, локально-оптимальное и последовательное планирование эксперимента как стратегии при различном уровне априорной информации о параметрах модели.		
Стратегии планирования эксперимента при уточнении оценок параметров.	2	14, 20
Дидактическая единица: Численные процедуры поиска оценок параметров модели по методу наименьших квадратов, основанные на различных аппроксимациях остаточной суммы и самой модели.		
Оценивание параметров нелинейных регрессионных моделей.	2	15, 22
Модуль: Раздел 4. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа		
Дидактическая единица: Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Реплики от ПФЭ. Латинские квадраты. Греко-латинские квадраты.		
Комбинаторные планы эксперимента для моделей с качественными факторами.	2	17, 23
Дидактическая единица: Редуцирование модели дисперсионного анализа к модели полного ранга. Теорема о существовании насыщенного невырожденного плана эксперимента для редуцированной модели. Использование итерационных алгоритмов синтеза оптимальных планов.		
Итерационные процедуры синтеза оптимальных	2	1, 19, 23

планов эксперимента для моделей дисперсионного и ковариационного анализа.		
Модуль: Раздел 5. Оптимальное планирование эксперимента для моделей динамических систем		
Дидактическая единица: Постановки задач оптимального планирования эксперимента при исследовании моделей динамических систем, заданных системой обыкновенных дифференциальных уравнений.		
Рычаги управления экспериментом.	2	16, 21
Дидактическая единица: Задачи оптимального планирования моментов наблюдений, входного сигнала, модели наблюдения. Алгоритмические и вычислительные аспекты решения этих задач.		
Вычислительные аспекты синтеза оптимальных планов.	2	16, 19

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Модуль: Раздел 1. Теоретические основы оптимального планирования эксперимента			
Дидактическая единица: Критерии оптимальности планов эксперимента. Геометрия эллипсоида рассеяния оценок параметров и критерии оптимальности. Классификация критериев оптимальности.			
Критерии оптимальности планов эксперимента.	Получает практические навыки по вычислению различных характеристик планов эксперимента. Проводит сравнение планов, делает выводы о предпочтительности того или иного плана эксперимента.	6	10, 2, 7, 8, 9
Дидактическая единица: Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Последовательный алгоритм и комбинированный алгоритм.			
Построение непрерывных оптимальных планов эксперимента.	Получает практические навыки по разработке вычислительных	6	11, 19, 3

	процедур синтеза непрерывных оптимальных планов эксперимента.		
Модуль: Раздел 2. Дискретные оптимальные планы эксперимента			
Дидактическая единица: Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритмы Федорова, Митчела, градиентной замены).			
Построение дискретных оптимальных планов эксперимента.	Получает практические навыки по разработке вычислительных процедур синтеза дискретных оптимальных планов эксперимента с заданным числом наблюдений и в условиях априорных ограничений на область действия факторов.	6	12, 19, 3
Модуль: Раздел 3. Планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей			
Дидактическая единица: Минимаксное, байесовское, локально-оптимальное и последовательное планирование эксперимента как стратегии при различном уровне априорной информации о параметрах модели.			
Оптимальное планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей.	Получает практические навыки по разработке вычислительных процедур синтеза дискретных оптимальных планов эксперимента для нелинейных по параметрам регрессионных моделей.	6	13, 14, 19, 20
Дидактическая единица: Численные процедуры поиска оценок параметров модели по методу наименьших квадратов, основанные на различных аппроксимациях остаточной суммы и самой модели.			

Реализация численных процедур оценивания параметров нелинейных моделей.	Получает практические навыки по разработке вычислительных процедур оценивания параметров нелинейных регрессионных моделей.	6	14, 15, 22
Модуль: Раздел 4. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа			
Дидактическая единица: Редуцирование модели дисперсионного анализа к модели полного ранга. Теорема о существовании насыщенного невырожденного плана эксперимента для редуцированной модели. Использование итерационных алгоритмов синтеза оптимальных планов.			
Приобретает практические навыки использования методов оптимального планирования эксперимента для регрессионных моделей при решении задачи синтеза оптимальных планов эксперимента для моделей с качественными факторами.	Приобретает практические навыки использования методов оптимального планирования эксперимента для регрессионных моделей при решении задачи синтеза оптимальных планов эксперимента для моделей с качественными факторами.	6	17, 23, 6
Анализ линейных моделей с качественными факторами	Изучает методику приведения моделей с качественными и разнотипными переменными к моделям полного ранга, проводит оценивание параметров для моделей данного типа, проверяет гипотезы о не значимости уровней факторов и факторов в целом.	6	24
Модуль: Раздел 6. Устойчивые методы оценивания параметров			
Дидактическая единица: Функции потерь, Робастные функции потерь. М-оценивание.			

Итерационный МНК.			
Робастное оценивание линейных регрессионных моделей	Приобретает практические навыки реализации вычислительных процедур для устойчивого оценивания параметров регрессии.	6	25

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 8, Курсовой проект

Под САР над темой курсового проекта отводится 56 часов.

Методические указания к выполнению курсового проекта см. п. 8.1.

Семестр- 8, Подготовка к занятиям

На данный вид работы выделяется 20 часов. Подготовка к занятиям заключается в изучение теоретического материала по лекциям, программирование вычислительных процедур, выполнение вычислений, подготовке отчетов к лабораторным работам, используя методические указания (см.п. 8.1).

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

1. Оценка деятельности студента в течение семестра

Вид деятельности	Срок выполнения (неделя)	Максимальная оценка (балл)
1. Изучение теоретического материала дисциплины в соответствии с рабочей программой	В течение семестра	
2. Выполнение лабораторных работ:		
Лабораторная работа №1. Анализ линейных моделей с качественными факторами	1	6
Лабораторная работа №2. Робастное оценивание линейных регрессионных моделей	2	6
Лабораторная работа №3. Критерии оптимальности планов эксперимента.	3	8
Лабораторная работа №4. Построение непрерывных оптимальных планов эксперимента.	5	8
Лабораторная работа №5. Построение дискретных оптимальных планов эксперимента.	6	8
Лабораторная работа №6. Оптимальное планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей	7	8
Лабораторная работа №7. Реализация численных процедур оценивания параметров нелинейных моделей.	9	8
Лабораторная работа №8. Оптимальное планирование эксперимента и оценивание параметров моделей с качественными и разнотипными переменными.	10	8
Максимальный рейтинг по дисциплине		60

Количество баллов за выполнение лабораторных работ №3-8 может составлять 3, 4 или 5 баллов, за л/р №1-2 – 1, 2 или 3 балла. Максимальное количество баллов проставляется в случае, если: а). работа выполнена в срок, б). с полным соответствием варианту задания и перечню работ, в). отчет полностью содержит всю необходимую информацию и соответствующим образом оформлен, г). вывод и результаты корректны, д). работа выполнена самостоятельно. При не полном соответствии выполненной работы одному из вышеперечисленных пунктов а)-д) количество начисляемых баллов снижается на 1 балл, а при не полном соответствии выполненной работы по двум и более пунктам а)-д) – на 2 балла.

Количество баллов за теоретическую защиту л/р может составлять 2, или 3 балла. Максимальное количество баллов проставляется в случае, если: а). защита л/р проведена в срок, б). ответы на вопросы полные, развернутые с доказательствами в необходимых случаях, в). студент уверенно отвечает на дополнительные вопросы. При не полном соответствии проводимой теоретической защиты одному из вышеперечисленных пунктов а)-в) количество начисляемых баллов снижается на 1 балл.

За выполнение студентом учебных заданий по индивидуальному графику сверх предусмотренных основной программой, за участие в студенческой конференции по теме изучаемой дисциплины, ему может быть дополнительно начислено до 40 баллов. Если студент набрал свыше 90 баллов, ему выставляется итоговая оценка без проведения итоговой аттестации.

2. Итоговая аттестация студента по дисциплине

Итоговая аттестация по курсу проводится в виде экзамена. Для получения допуска к экзамену студент должен, как правило, выполнить и защитить все лабораторные работы. Основным критерий допуска к экзамену – число набранных баллов в течение семестра, которое должно составить не менее 36 баллов.

Экзамен проводится в виде двух частей. Первая часть проводится в конце семестра в период с 11 по 12 недели в виде письменного ответа на контрольные вопросы по всему теоретическому курсу и решения практической задачи (см. паспорт контролирующих материалов) и призвана диагностировать степень усвоения дисциплины студентом по его работе в течение семестра. Максимальное количество баллов, набираемое студентом по результатам сдачи первой части экзамена составляет 30 баллов. Вторая часть экзамена проводится в период сессии (13-14 недели) в смешанной форме (в виде устных ответов с необходимыми математическими выкладками на вопросы по всему теоретическому курсу). Максимальное количество набираемых баллов в период итоговой аттестации суммарно за две части равно 40 баллам. Если студент по результатам итоговой аттестации набирает **менее 14 баллов**, то ему выставляется оценка "неудовлетворительно" уровня FX вне зависимости от числа набранных баллов в семестре с возможностью пересдачи. При успешной пересдаче ему выставляется оценка "удовлетворительно" уровня E.

Перевод набранного количества баллов в 15 балльную систему и 4-х балльную систему осуществляется по следующей схеме:

ECTS	A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
Баллы	96-100	93-95	90-92	86-89	83-85	80-82	76-79	73-75	70-72	66-69	63-65	60-62	50-59	25-49	0-24
	отлично			хорошо				удовлетворительно						неудовлетв.	

3. Правила аттестации студента по курсовому проектированию

Курсовой проект должен быть сдан и защищен преподавателю в течение семестра. В ходе защиты студент должен продемонстрировать понимание используемого метода решения и работоспособность программы. Пояснительная записка и защита оцениваются преподавателем по стобалльной шкале.

Оценку «отлично» (от 87 до 100 баллов) получает студент, полностью и самостоятельно выполнивший задание, продемонстрировавший владение изученным методом решения задачи, правильно спроектировавший программу и, при наличии незначительных ошибок в программах, обнаруженных в ходе тестирования преподавателем, понимающим способы их исправления.

Оценку «хорошо» (от 70 до 86) получает студент, выполнивший задание почти полностью (возможно, с небольшими недочетами) и продемонстрировавший понимание изученного метода решения задачи, а также разработавший программу, проходящую основные тесты.

Оценку «удовлетворительно» (от 50 до 69 баллов) получает студент, понимающий основную суть решаемой задачи, выполнивший большую часть задания, но допустивший существенные ошибки в программах.

Основное на что обращается внимание – соответствие, полнота проработки и раскрытия всех пунктов задания на курсовой проект. При этом принимаются во внимание, в том числе и такие характеристики качества курсового проекта, как:

- *современность и оригинальность принятых решений* (решения приняты на основе анализа новейшей отечественной и зарубежной научно-технической и патентной литературы и содержат оригинальные и перспективные идеи; основные решения приняты без достаточного анализа современного состояния проблемы);
- *правильность использования математических методов анализа, вычислительных алгоритмов и расчетов, их глубина и соответствие современному уровню* (математические методы во всех случаях использовались корректно и обосновано,

предложены новые оригинальные алгоритмы, проведено их обоснование; математические методы не всегда использовались корректно, не проведено должное обоснование их использования);

- *уровень экспериментальных проверок принятых решений* (экспериментально подтверждены основные принятые решения, методика вычислительного и имитационного моделирования обоснована, проведен анализ точности и достоверности результатов и их сопоставление с теоретическими выводами; эксперимент имеет формальный характер, не ориентирован на практическую проверку основных технических решений);
- *уровень принятых проектных решений по программному обеспечению* (уровень и качество проектных решений высокое, использованы современные методы и инструментарии проектного анализа, полное раскрытие всех требований технического задания; в основном раскрыты требования технического задания; не полное раскрытие требований технического задания);
- *уровень реализации программного обеспечения* (получен законченный программный продукт; получен программный продукт, требующий ряда действий по его доводке до стадии коммерческого продукта; получен пользовательский или исследовательский прототип (но требовалось разработать коммерческий продукт);
- *качество пояснительной записки* (содержание записки полностью соответствует заданию, материал изложен четко, сжато и грамотно, оформление полностью соответствует требованиям государственных стандартов; содержание записки полностью соответствует заданию; материал изложен четко, сжато, но есть стилистические погрешности; оформление выполнено с незначительным отклонением от требований государственных стандартов; содержание записки имеет некоторые отклонения от задания, материал изложен нечетко, есть грамматические ошибки);
- *качество графического материала* (графический материал полностью раскрывает содержание проекта, выполнен на высоком техническом уровне с соблюдением требований государственных стандартов; графический материал полностью раскрывает содержание проекта, но структура листов не оптимальна, исполнение - на хорошем техническом уровне с соблюдением государственных стандартов;- графический материал не полностью раскрывает содержание проекта, есть незначительные отклонения от государственных стандартов, исполнение - на удовлетворительном техническом уровне).

Соответствие баллов рейтинга традиционным и БРС оценкам

Диапазон баллов рейтинга	Оценка ECTS	Традиционная оценка
0-24	F	Неудовлетворительно (без возможности пересдачи)
24-49	FX	Неудовлетворительно (с возможностью пересдачи)
50-75	E, D-, D, D+, C-	Удовлетворительно
76-86	C, C+, B-, B	Хорошо
87-100	B+, A-, A, A+	Отлично

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Порсев Е. Г. Организация и планирование экспериментов : учебное пособие / Е. Г. Порсев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 152, [2] с. : ил., табл.
2. Денисов В. И. Методы построения многофакторных моделей по неоднородным, негауссовским, зависимым наблюдениям / В. И. Денисов, Д. В. Лисицин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 359 с. : ил., табл.
3. Большаков А. А. Методы обработки многомерных данных и временных рядов : учебное пособие для вузов по магистерской программе 550209 - "Автоматизация научных исследований, испытаний и эксперимента" направления 550200 - "Автоматизация и управление", по направлениям 230100 (654600) - "Информатика и вычислительная техника" / А. А. Большаков, Р. Н. Каримов. - М., 2007. - 520 с. : ил., табл. - Рекомендовано УМО.
4. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебное пособие [для вузов по специальности "Прикладная математика"] / Н. И. Сидняев. - М., 2011. - 399 с. : ил., табл., схемы - Рекомендовано УМО.

В электронном виде

1. Порсев Е. Г. Организация и планирование экспериментов : учебное пособие / Е. Г. Порсев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 152, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/porsev.pdf>

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Денисов В. И. Математическое обеспечение системы ЭВМ - экспериментатор: регрессионный и дисперсионный анализы / В. И. Денисов. - М., 1977. - 250 [1] с. : ил., схемы, таблицы
2. Денисов В. И. Пакет программ оптимального планирования эксперимента : [монография] / В. И. Денисов, А. А. Попов. - М., 1986. - 158, [1] с. : ил.
3. Ермаков С. М. Математическая теория оптимального эксперимента : учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" / С. М. Ермаков, А. А. Жиглявский; предисл. Г. И. Марчука. - М., 1987. - 318, [1] с. : ил. - Рекомендовано МО.
4. Маркова Е. В. Комбинаторные планы в задачах многофакторного эксперимента : [монография] / Е. В. Маркова, А. Н. Лисенков. - М., 1979. - 348 с. : ил., табл.
5. Федоров В. В. Теория оптимального эксперимента (планирование регрессионных экспериментов) : [монография] / В. В. Федоров. - М., 1971. - 311, [1] с. : ил.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Математические методы планирования эксперимента : методические указания к лабораторным работам для 4 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: А. А. Попов, Д. В. Лисицин]. - Новосибирск, 2000. - 28 с.

В электронном виде

1. Попов А. А. Математические методы планирования эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам для студентов IV-го курса ФПМИ / А. А. Попов, Д. В. Лисицин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_856_1322199946.pdf. - Загл. с экрана.
2. Попов А. А. Планирование и анализ эксперимента: методические указания по курсовому проектированию для студентов IV курса ФПМИ всех направлений и специальностей [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Попов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2012/lib_856_1326384810.pdf. - Загл. с экрана.
3. Математические методы планирования эксперимента : методические указания к лабораторным работам для 4 курса ФПМИ / Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: А. А. Попов, Д. В. Лисицин]. - Новосибирск, 2000. - 28 с.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/pop.zip>

8.2 Программное обеспечение

1. Maple, Maple 11:, Среда для решения математических, инженерно-технических и научных задач Maple
2. MathWorks, MATLAB, Базовый пакет автоматизации научно-технических вычислений
3. Microsoft Corporation, Office XP, Офисный пакет приложений
4. Microsoft, Visual Studio, Интегрированная среда разработки

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

ПАСПОРТ комплекта итоговых контролирующих материалов, спецификация

1. Соответствие заданий КМ целям и содержанию дисциплины.

9.1.1. Примеры из блока тестовых вопросов, соответствующих группе целей "иметь представление..."

1. Что понимается под задачей оптимального планирования эксперимента.
2. Приведите пример "хорошего" и "плохого" плана эксперимента, аргументируйте ответ.
3. Оцените нижние и верхние границы числа точек в спектре оптимального плана.
4. Приведите примеры целевых функций, которые могут использоваться при решении экстремальной задачи при поиске оптимального плана.
5. Что понимается под линейной комбинацией двух планов, трех планов?

9.1.2. Примеры из блока тестовых вопросов, соответствующих группе целей "иметь знания..."

1. Критерии оптимальности планов эксперимента. Критерии оптимальности и геометрия эллипсоида рассеивания.
2. Поиск оптимального плана как решение экстремальной задачи. Условия оптимальности (теорема) для общего случая.
3. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Последовательный алгоритм. Обоснование алгоритма.
4. Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритм градиентной замены)
5. Оптимальное планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей регрессии. Уровень априорной информации о неизвестных параметрах и стратегии оптимального планирования (минимаксное, байесовское, локально-оптимальное и последовательное планирование).
6. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Прямой-двойственный (комбинированный) алгоритм.

9.1.3. Блок тестовых заданий, соответствующих группе целей "умения и навыки..."

Контроль "умений и навыков" осуществляется в рамках выполняемых лабораторных работ.

9.2. Форма КМ. Контролирующие материалы оформлены в виде комплексного билета для письменного ответа и включающего несколько теоретических вопросов из разных блоков и тем.

Пример оформления варианта КМ

Вариант 1

№	Вопрос	Баллы
1	Что понимается под задачей оптимального планирования эксперимента.	2
2	При каких условиях эллипсоид рассеивания оценок параметров (его оси) будет ориентирован по своим координатам.	2
3	Приведите выражение для градиента функционала по весам точек плана. Эти компоненты положительны (неотрицательны), неположительны или произвольные?	2
4	Сколько оптимальных дискретных планов существует для заданной модели, области планирования и числа наблюдений – один или несколько, дайте пояснение.	2
5	Какая информация требуется для того, чтобы априори строить планы эксперимента для нелинейных по параметрам моделей.	2
6	Критерии оптимальности планов эксперимента. Критерии оптимальности и геометрия эллипсоида рассеивания.	5
7	Оптимальное планирование эксперимента для моделей динамических систем, заданных в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. Рычаги управления в эксперименте (планирование измерений, входных сигналов, начальных условий, модели наблюдения). Алгоритмические и вычислительные аспекты.	5
8	Задача	20
	Итого	40