

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретической и прикладной информатики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ

д.т.н. Тимофеев В. С.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Планирование и анализ эксперимента

Образовательная программа: 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль: Математическое и программное обеспечение информационных технологий

Курс: 4, семестр : 8

Факультет прикладной математики и информатики,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	67
4	Лекции, час.	20
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	40
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	5
10	Самостоятельная работа, час.	41
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

ФГОС введен в действие приказом №222 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 07.04.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ТПИ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета прикладной математики и информатики, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Попов А. А.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Чубич В. М.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Чубич В. М.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; в части следующих результатов обучения:
з1. Знать математические методы оптимального планирования эксперимента при исследовании объектов различной природы
Компетенция ФГОС: ПК.3 готовность к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; в части следующих результатов обучения:
у1. Уметь реализовывать вычислительные алгоритмы синтеза непрерывных и дискретных оптимальных планов
Компетенция НГТУ: ПК.8.В/ПК готовность к использованию основных моделей информационных технологий для решения прикладных задач; в части следующих результатов обучения:
з1. Знать основные постановки задач оптимального экспериментирования на статических и динамических объектах, при линейной и нелинейной параметризации функции отклика, в условиях действия факторов качественной природы
з2. Знать особенности проведения активных экспериментов при уточнении оценок параметров нелинейных моделей
у1. Уметь делать постановку задач планирования эксперимента с учетом прикладных целей исследования зависимостей

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Планирование и анализ эксперимента</i>	
ОПК.2.з1 Знать математические методы оптимального планирования эксперимента при исследовании объектов различной природы	
1.Знать математические методы оптимального планирования эксперимента при исследовании объектов различной природы	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.8.В/ПК.з1 Знать основные постановки задач оптимального экспериментирования на статических и динамических объектах, при линейной и нелинейной параметризации функции отклика, в условиях действия факторов качественной природы	
2.Знать основные постановки задач оптимального экспериментирования на статических и динамических объектах, при линейной и нелинейной параметризации функции отклика, в условиях действия факторов качественной природы	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.В/ПК.з2 Знать особенности проведения активных экспериментов при уточнении оценок параметров нелинейных моделей	
3.Знать особенности проведения активных экспериментов при уточнении оценок параметров нелинейных моделей	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.В/ПК.у1 Уметь делать постановку задач планирования эксперимента с учетом прикладных целей исследования зависимостей	
4.Уметь делать постановку задач планирования эксперимента с учетом прикладных целей исследования зависимостей	Лабораторные работы
ПК.3.у1 Уметь реализовывать вычислительные алгоритмы синтеза непрерывных и дискретных оптимальных планов	
5.Уметь реализовывать вычислительные алгоритмы синтеза непрерывных и дискретных оптимальных планов	Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Задача оптимального планирования эксперимента.				
1. Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов	0	2	1	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и вы-полнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Информационная матрица и ее свойства				
4. Информационная матрица и ее свойства.	0	2	1	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и вы-полнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Критерии оптимальности планов эксперимента.				
3. Критерии оптимальности планов эксперимента. Геометрия эллипсоида рассеяния оценок параметров и критерии оптимальности. Классификация критериев оптимальности	0	2	1	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и вы-полнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Условия оптимальности планов эксперимента				
5. Условия оптимальности (теорема) для общего случая. Условия оптимальности планов эксперимента для различных критериев оптимальности.	0	2	1	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и вы-полнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Численные методы построения оптимальных непрерывных планов.				
6. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов.	0	2	1	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и вы-полнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов				
7. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритмы Федорова, Митчела, градиентной замены).	0	2	1	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и вы-полнения лабораторных работ, их защита
8. Алгоритм последовательного достраивания синтеза дискретных оптимальных планов	0	2	1	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и вы-полнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей				
9. Оценка информационной матрицы. Уровни априорной информации о параметрах модели.	0	1	2	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и вы-полнения лабораторных работ, их защита

10. Стратегии планирования эксперимента при уточнении оценок параметров.	0	1	2	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и выполнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Оценивание параметров нелинейных регрессионных моделей				
11. Численные процедуры поиска оценок параметров модели по методу наименьших квадратов, основанные на различных аппроксимациях остаточной суммы и самой модели	0	1	3	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и выполнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа				
12. Латинские квадраты. Греко-латинские квадраты.	0	1	3	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и выполнения лабораторных работ, их защита
Дидактическая единица: Оптимальное планирование эксперимента для моделей динамических систем				
13. Постановки задач оптимального планирования эксперимента при исследовании моделей динамических систем, заданных системой обыкновенных дифференциальных уравнений	0	1	2	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и выполнения лабораторных работ, их защита
14. Вычислительные аспекты синтеза оптимальных планов	0	1	2	Учебная деятельность состоит в изучении теоретического материала, подготовки и выполнения лабораторных работ, их защита

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Критерии оптимальности планов эксперимента.				
7. Критерии оптимальности планов эксперимента.	0	6	2, 5	Получает практические навыки по вычислению различных характеристик планов эксперимента. Проводит сравнение планов, делает выводы о предпочтительности того или иного плана эксперимента
Дидактическая единица: Численные методы построения оптимальных непрерывных планов.				
2. Построение непрерывных оптимальных планов эксперимента	2	8	5	Получает практические навыки по разработке вычислительных процедур синтеза непрерывных оптимальных планов эксперимента
Дидактическая единица: Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов				

3. Построение дискретных оптимальных планов эксперимента	2	8	5	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
Дидактическая единица: Планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей				
4. Оптимальное планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей.	2	6	3, 4	Получает практические навыки по разработке вычислительных процедур синтеза дискретных оптимальных планов эксперимента для нелинейных по параметрам регрессионных моделей.
Дидактическая единица: Оценивание параметров нелинейных регрессионных моделей				
5. Реализация численных процедур оценивания параметров нелинейных моделей	0	6	3, 4	Получает практические навыки по разработке вычислительных процедур оценивания параметров нелинейных регрессионных моделей
Дидактическая единица: Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа				
6. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа	2	6	3, 4, 5	Приобретает практические навыки использования методов оптимального планирования эксперимента при решении задачи синтеза оптимальных планов эксперимента для моделей с качественными факторами

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ	1	10	0
Подготовка и выполнение расчетно-графического задания: Попов А. А. Планирование и анализ эксперимента: методические указания по выполнению расчетно-графического задания для студентов 4 курса ФПМИ направления подготовки Математическое обеспечение и администрирование информационных систем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Попов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234631 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1	21	2
Подготовка и изучение материала по темам лабораторных работ: Планирование и анализ эксперимента : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Попов]. - Новосибирск, 2017 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000160429 . - Загл. с экрана.				

3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3	10	3
Подготовка к аттестации на основе повторения материала по дисциплине: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Личный типовой сайт
Консультирование	e-mail; Личный типовой сайт
Контроль	e-mail; Личный типовой сайт
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Проблемный метод
Краткое описание применения: Обсуждение постановки задачи, вопросов реализации алгоритмов ее решения, полученных результатов	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 8		
<i>Лабораторная №1:</i>	8	10
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Лабораторная №2:</i>	8	10
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Лабораторная №3:</i>	10	12
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Лабораторная №4:</i>	10	12
Контролирующие материалы - список вопросов		
<i>Лабораторная №5:</i>	10	12
Контролирующие материалы - список вопросов		

Лабораторная №6:	10	12
Контролирующие материалы - список вопросов		
РГЗ:	6	12
Контролирующие материалы - список вопросов		
Зачет:	7	20
Контролирующие материалы - список вопросов		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.2	з1. Знать математические методы оптимального планирования эксперимента при исследовании объектов различной природы		+
ПК.3	у1. Уметь реализовывать вычислительные алгоритмы синтеза непрерывных и дискретных оптимальных планов	+	+
	ПК.8.В/ПК з1. Знать основные постановки задач оптимального экспериментирования на статических и динамических объектах, при линейной и нелинейной параметризации функции отклика, в условиях действия факторов качественной природы	+	+
	ПК.8.В/ПК з2. Знать особенности проведения активных экспериментов при уточнении оценок параметров нелинейных моделей	+	+
	ПК.8.В/ПК у1. Уметь делать постановку задач планирования эксперимента с учетом прикладных целей исследования зависимостей	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. 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
2. Попов А.А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем [Электронный ресурс]: монография/ А.А. Попов— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 296 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45413.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Попов А. А. Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем : [монография] / А. А. Попов. - Новосибирск, 2013. - 295 с. : ил., табл.. - Парал. тит. л. англ..
4. 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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000146033
5. Планирование научного эксперимента: Учебник/В.А.Волосухин, А.И.Тищенко, 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 176 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование: Магистратура) (Обложка) ISBN 978-5-369-01229-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=516516> - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Денисов В. И. Пакет программ оптимального планирования эксперимента : [монография] / В. И. Денисов, А. А. Попов. - М., 1986. - 158, [1] с. : ил.
2. Федоров В. В. Теория оптимального эксперимента (планирование регрессионных экспериментов) : [монография] / В. В. Федоров. - М., 1971. - 311, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

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://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000160429. - Загл. с экрана.
2. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042
3. Попов А. А. Планирование и анализ эксперимента: методические указания по выполнению расчетно-графического задания для студентов 4 курса ФПМИ направления подготовки Математическое обеспечение и администрирование информационных систем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. А. Попов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234631. - Загл. с экрана.
4. Планирование и анализ эксперимента : методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. А. Попов]. - Новосибирск, 2017

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Windows

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретической и прикладной информатики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ
д.т.н., доцент В.С. Тимофеев
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и анализ эксперимента

Образовательная программа: 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль: Математическое и программное обеспечение информационных технологий

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Планирование и анализ эксперимента приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.2 способность применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики	з1. Знать математические методы оптимального планирования эксперимента при исследовании объектов различной природы	Алгоритм последовательного достраивания синтеза дискретных оптимальных планов Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритмы Федорова, Митчела, градиентной замены). 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 (теорема) для общего случая. Условия оптимальности планов эксперимента для различных критериев оптимальности. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов.	РГЗ	Зачет, вопросы 1-62
ПК.3/ПК готовность к разработке моделирующих алгоритмов и их реализации их на базе современных языков и программных систем	у1. Уметь реализовывать вычислительные алгоритмы синтеза непрерывных и дискретных оптимальных планов	Критерии оптимальности планов эксперимента. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа Построение дискретных оптимальных планов эксперимента Построение непрерывных оптимальных планов эксперимента	РГЗ	Зачет, вопросы 1-62
ПК.8.В/ПК готовность к использованию основных моделей информационных технологий для решения прикладных задач	з1. Знать основные постановки задач оптимального экспериментирования на статических и динамических объектах, при линейной и нелинейной параметризации функции отклика, в условиях действия факторов качественной	Критерии оптимальности планов эксперимента. Оценка информационной матрицы. Уровни априорной информации о параметрах модели. Постановки задач оптимального планирования эксперимента при исследовании моделей динамических систем, заданных системой обыкновенных дифференциальных уравнений Стратегии планирования	РГЗ	Зачет, вопросы 1-62

	природы	эксперимента при уточнении оценок параметров.		
ПК.8.В/ПК	32. Знать особенности проведения активных экспериментов при уточнении оценок параметров нелинейных моделей	Оптимальное планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа Реализация численных процедур оценивания параметров нелинейных моделей Численные процедуры поиска оценок параметров модели по методу наименьших квадратов, основанные на различных аппроксимациях остаточной суммы и самой модели	РГЗ	Зачет, вопросы 38, 39, 49, 57
ПК.8.В/ПК	у1. Уметь делать постановку задач планирования эксперимента с учетом прикладных целей исследования зависимостей	Оптимальное планирование эксперимента для нелинейных по параметрам моделей. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа	РГЗ	Зачет, вопросы 38, 39, 49, 57, 61, 62

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.3/ПК, ПК.8.В/ПК.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются РГЗ. Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.2, ПК.3/ПК, ПК.8.В/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы,

большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра теоретической и прикладной информатики

Паспорт зачета

По дисциплине "Планирование и анализ эксперимента", 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

Дисциплина **Планирование и анализ эксперимента**

(наименование дисциплины)

БИЛЕТ №

№	Вопрос	Баллы (Макс.)
1	Что понимается под задачей оптимального планирования эксперимента.	1
2	При каких условиях эллипсоид рассеивания оценок параметров (его оси) будет ориентирован по своим координатам.	1
3	Приведите выражение для градиента функционала по весам точек плана. Эти компоненты положительны (неотрицательны), неположительны или произвольные?	1
4	Что такое информационная матрица однократного наблюдения в заданной точке и чему равен ее ранг?	1
5	Сколько оптимальных дискретных планов существует для заданной модели, области планирования, числа наблюдений и критерия качества – один или несколько, дайте пояснение.	1
6	Какая информация требуется для того, чтобы априори строить планы эксперимента для нелинейных по параметрам моделей.	1
7	Чем была вызвана необходимость появления такого алгоритма как "алгоритм Марквардта"?	1
8	При конструировании какого алгоритма построения оптимальных планов можно использовать факт, что ненулевые собственные числа матриц $X^T X$ и XX^T совпадают	1
9	Модель $\eta(x, \theta) = \theta_1 + \theta_2 x$, область планирования $\mathcal{X} = \{-1 \leq x \leq 1\}$. Выполнить шаг итерационного процесса построения непрерывных D- оптимальных планов, используя последовательный алгоритм. Начальный план в точках -1, +1 с весами $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$. Какая точка добавляется в план?	6
10	Модель $\eta(x, \theta) = \theta_1 + \theta_2 x$, область планирования – дискретное множество точек $\mathcal{X} = \{-1, -0.5, 0, 0.5, 1\}$. Построить D – оптимальный дискретный план из 4-х точек, используя градиентный алгоритм замены точек. Начальный план в точках -1, -1, -1, +1 с весами $\frac{1}{4}$.	6
	Итого	20

Составитель д.т.н., проф. Попов А.А.

_____ (подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой д.т.н. В.М. Чубич

_____ (подпись)

« ____ » _____ 20 ____ г.

2. Критерии оценки

- Ответ считается **неудовлетворительным**, если оценка составляет от 0 до 6 баллов, Студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, при решении задачи допускает принципиальные ошибки;
- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если оценка составляет от 7 до 10 баллов. Студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, знает базовые алгоритмы, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки;
- Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если оценка составляет от 11 до 15 баллов. Студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, методы, алгоритмы, проводит анализ причин, условий, не допускает ошибок при решении задачи;
- Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если оценка составляет от 16 до 20 баллов. Студент владеет математическим аппаратом, методами прикладной статистики, демонстрирует глубокие знания и навыки решения задачи построения оптимальных планов эксперимента.

3. Шкала оценки

Итоговая аттестация по курсу проводится в виде зачета. Для получения допуска к зачету студент должен, как правило, выполнить и защитить все лабораторные работы,

выполнить РГЗ. Основным критерий допуска к зачету – число набранных баллов в течение семестра, которое должно составить не менее 43 баллов.

Максимальное количество набираемых баллов в период итоговой аттестации равно 20 баллам. Если студент по результатам итоговой аттестации набирает **менее 7 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. Общее количество набранных баллов по дисциплине определяется простым суммированием набранных баллов по лабораторным работам, РГЗ и на зачете.

Перевод набранного количества баллов в 15 бальную систему и 4-х бальную 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	87-89	83-86	80-82	76-79	73-75	70-72	66-69	63-65	60-62	50-59	25-49	0-24
	отлично			хорошо			удовлетворительно						неудовлетв.		

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Планирование и анализ эксперимента»

Полный перечень вопросов

по дисциплине "Планирование и анализ эксперимента"

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. По какой причине обычно требуется, что бы число точек в спектре плана было не меньше числа параметров регрессионной модели? Ответ обоснуйте.
5. Что такое информационная матрицы однократного наблюдения в заданной точке и чему равен ее ранг?
6. Приведите примеры целевых функций, которые могут использоваться при решении экстремальной задачи при поиске оптимального плана.
7. Что понимается под линейной комбинацией двух планов, трех планов?
8. В пространстве каких переменных описывается так называемый эллипсоид рассеивания? Выпишите уравнение его поверхности.
9. При каких условиях эллипсоид рассеивания оценок параметров (его оси) будет ориентирован по своим координатам.

10. Какой особенностью обладает эллипсоид рассеяния оценок параметров для D-оптимального плана?
11. Какой особенностью обладает эллипсоид рассеяния оценок параметров для A-оптимального плана?
12. Какой особенностью обладает эллипсоид рассеяния оценок параметров для E-оптимального плана?
13. Если модель будет использоваться для прогноза в заданную область (точку) факторного пространства, то какой критерий оптимальности планов эксперимента целесообразно использовать.
14. Как можно попытаться преодолеть проблему выбора критерия оптимальности планов эксперимента из достаточно большого их числа?
15. Приведите пример критериев оптимальности планов эксперимента, которых что-то объединяет или разъединяет.
16. Покажите эквивалентность D- и G- оптимального непрерывного планирования.
17. Выпишите условия A-оптимальности плана эксперимента. Для какого функционала от информационной матрицы они справедливы?
18. Выпишите условия D-оптимальности плана эксперимента. Для какого функционала от информационной матрицы они справедливы?
19. Приведите пример ортогонального плана для линейной модели с двумя факторами, имеющих два уровня варьирования.
20. Приведите выражение для производной по направлению для выпуклого функционала от информационной матрицы некоторого непрерывного нормированного плана. Для неоптимального плана она положительна (неотрицательна) или неположительна?
21. Приведите выражение для градиента функционала по весам точек плана. Эти компоненты положительны (неотрицательны), неположительны или произвольные?
22. Чем "хорош" и чем "плох" насыщенный план.
23. Приведите обоснование последовательной процедуры построения непрерывных оптимальных планов.
24. Что понимается под "очисткой" плана.
25. Перечислите основные блоки "комбинированного" алгоритма построения непрерывных оптимальных планов.
26. Что необходимо сделать, если на очередном шаге при оптимизации по координатам точек плана координаты какой-либо точки плана вышли за пределы области планирования. Опишите два варианта действий.
27. В чем отличие непрерывных планов от дискретных.
28. Известно, что множество информационных матриц является выпуклым (см. свойство 3 в теореме 1.1). Что это нам дает?
29. Сколько оптимальных дискретных планов существует для заданной модели, области планирования, числа наблюдений и критерия качества – один или несколько, дайте пояснение.
30. В чем состоит процедура округления оптимального непрерывного плана при решении задачи построения дискретного плана.
31. При увеличении числа наблюдений в оптимальном нормированном дискретном плане к чему стремится значение используемого критерия качества?
32. В чем отличие "градиентного" алгоритма замены от "комби-градиентного".
33. Можно ли обойтись без регуляризации информационной матрицы в последовательном алгоритме достраивания и что это в таком случае будет за алгоритм?
34. При конструировании какого алгоритма построения оптимальных планов можно использовать факт, что ненулевые собственные числа матриц $X^T X$ и XX^T совпадают.
35. Что такое полный факторный эксперимент (ПФЭ). Приведите пример и контрпример.
36. Приведите пример условий субоптимальности при так называемом сингулярном планировании эксперимента.
37. Чем вызвана необходимость введения понятия "субоптимальности" планов эксперимента.

38. Какая информация требуется для того, чтобы априори строить планы эксперимента для нелинейных по параметрам моделей.
39. Чем была вызвана необходимость появления такого алгоритма как "алгоритм Марквардта"?
40. Назовите рычаги управления экспериментом при исследовании динамических систем.
41. Что такое план эксперимента "латинский квадрат". Приведите его пример.
42. Приведите пример гипер-греко-латинского квадрата или хотя бы идею его конструирования.
43. Существует ли насыщенный план, допускающий оценку всех параметрических функций, входящих в базис ФДО. Ответ обоснуйте.
44. Назовите причины, которые могут вызвать проблему сходимости в алгоритме Гаусса-Ньютона при оценивании параметров нелинейных моделей регрессии. Что можно предпринять для обеспечения сходимости?
45. Критерии оптимальности планов эксперимента. Критерии оптимальности и геометрия эллипсоида рассеивания.
46. Поиск оптимального плана как решение экстремальной задачи. Условия оптимальности (теорема) для общего случая.
47. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Последовательный алгоритм. Обоснование алгоритма.
48. Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритм градиентной замены)
49. 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).
50. Численные методы построения оптимальных непрерывных планов. Прямой-двойственный (комбинированный) алгоритм.
51. 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.
52. Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов. Информационная матрица и ее свойства. Условия D- оптимальности планов эксперимента.
53. Критерии оптимальности планов эксперимента. Геометрия эллипсоида рассеяния оценок параметров и критерии оптимальности. Классификация критериев оптимальности.
54. Поиск оптимального плана как решение экстремальной задачи. Условия D- оптимальности.
55. Численные методы построения оптимальных дискретных планов. Последовательный алгоритм дораивания.
56. Дискретные оптимальные планы. Алгоритмы построения дискретных оптимальных планов (алгоритмы Федорова, Митчела)
57. 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).
58. 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.
59. Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов. Информационная матрица и ее свойства. Условия A- оптимальности планов эксперимента.
60. Задача оптимального планирования эксперимента. Определение непрерывных и дискретных планов. Информационная матрица и ее свойства. Условия E-оптимальности планов эксперимента.

61. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа. а). Латинские квадраты., б) использование редуцированной модели.
62. Планирование эксперимента для моделей дисперсионного анализа. а). Греко-Латинские квадраты., б) использование редуцированной модели.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра теоретической и прикладной информатики

**Паспорт
РГЗ**

по дисциплине «Планирование и анализ эксперимента», 8 семестр

Тематика РГЗ по дисциплине охватывает такие области как: построение и анализ линейных моделей с номинальными факторами и факторами смешанной природы, построение оптимальных планов эксперимента для указанных моделей и нечетких регрессионных моделей.

При работе над РГЗ студент в первую очередь должен изучить теоретические основания решаемой задачи по предлагаемому списку литературных источников. Весь цикл работ по РГЗ распадается на следующие четыре этапа.

Этап 1. Разработка технического задания. С учетом предъявленных внешних требований и математической постановки задачи студент подготавливает техническое задание на разработку необходимого программного обеспечения. Техническое задание представляется в виде системного проекта, имеющего в своем составе следующие разделы:

- *Требования по функциональности к системе в целом.* Описывается назначение программной системы в целом, перечень отдельных функций, фиксируется класс задач.
- *Типология входных данных.* Описываются типы входных данных, их возможные форматы, источники данных и их размещение, монопольное или раздельность использования, запрет или возможность редактирования и т.д.
- *Требования к математическому и алгоритмическому обеспечению.* Описываются требования к алгоритмам, моделям и методам решения отдельных функций и задач, например, по точности, по времени решения, по достоверности, по интерпретируемости результатов, по универсальности, по масштабируемости, по способности удовлетворить те или иные требования к системе и т.д.
- *Требования по автоматизации.* Описываются отдельные потоки человеко-машинных работ с указанием степени автоматизации их выполнения.
- *Сценарии работ с программной системой.* Описываются требования к тому, каким должен быть сценарий полного цикла рабочего использования системы. Описываются также различные неполные схемы использования (например, работа с уже ранее найденной моделью и т.д.). Описываются также режимы регламентных работ, отладочных, тестовых, режимов сопровождения.
- *Требования к уровню представления решений.* Описываются требования к составу, формату, местам хранения результатов работы системы, их переносимости, возможности повторного использования самой системой или во внешнем мире и т.д.
- *Требования по обеспечению достоверности решений.* Описывается какими средствами будет достигаться и обосновываться достоверность полученных решений. Это может быть глубокий предварительный анализ данных на возможность их использования, сравнение полученных решений с традиционными или эталонными. Чем больше всевозможных проверок на достоверность закладывается в систему, тем лучше.

- *Требования по уровню интеллектуальности.* Уточняется перечень процессов, работ, предобработки, постобработки, управление которыми осуществляется заложенными в программную систему правилами, что позволяет считать ее как программную систему со встроенным интеллектом.
- *Требования по реактивности системы, масштабируемости.* Описываются критические требования к быстродействию на типичных задачах, на задачах большой размерности, ограничения.
- *Требования к интерфейсу.* Формулируются типовые и специфические требования к организации интерфейса с пользователем. Например: *"Приемы работы с интерфейсом, введенные в одной части системы, должны быть одинаковы и в других частях. Пользователь не должен вводить одни и те же данные несколько раз. Желательно везде, где можно, использовать значения по умолчанию. Должна существовать удобная система подсказок. Система должна своевременно обеспечивать пользователя сообщениями об ошибках и подтверждениями выполненных действий. Система должна быть рассчитана на пользователей разного уровня подготовки"*. Можно также указать "стандарт" интерфейса, на который следует ориентироваться.
- *Требования к установке.* Описываются требования к процессу установки программной системы, уровню его автоматизации, переносимости.
- *Требования к системе тестов.* Описываются наборы тестов, по которым можно судить о соответствии разработанной системе тем или иным требованиям. Тесты должны охватывать проверку всех наиболее критичных требований.
- *Отказоустойчивость системы.* Описывается, как должна реагировать система на те или иные нештатные ситуации, а также на непредсказуемые действия пользователя.
- *Расширяемость системы.* Описываются требования к возможностям и направлениям расширения системы.
- *Требования к платформе реализации, системному окружению.* Определяются основные архитектурные решения, внешние условия, окружение.
- *Требования к графику выполнения работ.* Определяются этапы выполнения работ, их состав, график, ресурсное обеспечение. Определяется также, какими документами заканчиваются те или иные этапы работ, процедуры их приемки.

Этап 2. Разработка рабочего проекта в виде прототипа действующей системы.

Этап 3. Отладка и тестирование программной системы.

Этап 4. Проведение отдельных исследований на разработанном программном обеспечении с целью сравнения и выбора эффективных алгоритмов, их настройки, выявления сильных и слабых их сторон, выработки рекомендаций по использованию.

По РГЗ студент должен представить пояснительную записку, отражающую все этапы выполнения курсового проекта и включающую как минимум следующие разделы:

1. Постановка задачи, оформленная в виде технического задания.
2. Теоретическая часть (краткое описание используемого метода решения задачи, аналитические выкладки).
3. Описание разработанного программного обеспечения.
4. Описание тестирования программы, тестовые примеры и полученные результаты.
5. Текст программы.

Отдельно на машинном носителе предоставляется исполняемая программная система.

2. Критерии оценки.

- РГЗ считается **не выполненным**, если студент не выполнил большую часть этапов, оценка составляет _1-2 баллов.
- РГЗ считается выполненным **на пороговом** уровне, если студент понимает основную суть решаемой задачи, выполнил большую часть задания, но допустил существенные ошибки в программах, оценка составляет 3-5 баллов.
- РГЗ считается выполненным **на базовом** уровне, если студент выполнил задание почти полностью (возможно, с небольшими недочетами) и продемонстрировал понимание изученного метода решения задачи, а также разработал программу, проходящую основные тесты, оценка составляет 6-9 баллов.
- РГЗ считается выполненным **на продвинутом** уровне, если студент, полностью и самостоятельно выполнил задание, продемонстрировал владение изученным методом решения задачи, правильно спроектировавший программу и, при наличии незначительных ошибок в программах, обнаруженных в ходе тестирования преподавателем, понимает способы их исправления, оценка составляет _10-12 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

№	Название темы
1	«Синтез планов эксперимента для двухфакторных моделей с номинальными переменными»
2	«Синтез планов эксперимента для трехфакторных моделей с номинальными переменными»
3	«Синтез планов эксперимента для ковариационных моделей с двумя номинальными переменными»
4	«Синтез планов эксперимента для ковариационных моделей с тремя номинальными переменными»
5	«Синтез непрерывных <i>D</i> -планов эксперимента для нечетких однофакторных моделей с двумя подобластями определения»
6	«Синтез дискретных <i>D</i> -планов эксперимента для нечетких однофакторных моделей с двумя подобластями определения»
7	«Синтез непрерывных <i>D</i> -планов эксперимента для нечетких однофакторных моделей с тремя подобластями определения»
8	«Синтез дискретных <i>D</i> -планов эксперимента для нечетких однофакторных моделей с тремя подобластями определения»
9	«Синтез непрерывных <i>A</i> -планов эксперимента для нечетких однофакторных моделей с двумя подобластями определения»
10	«Синтез дискретных <i>A</i> -планов эксперимента для нечетких однофакторных моделей с двумя подобластями определения»
11	«Синтез непрерывных <i>A</i> -планов эксперимента для нечетких однофакторных моделей с тремя подобластями определения»

