

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
Математические методы планирования эксперимента

Образовательная программа: 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерская программа: Математическое моделирование детерминированных и стохастических процессов

Курс: 1 2, семестры : 2 3

Факультет прикладной математики и информатики,

		Семестр	
№	Вид деятельности	2	3
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5	4
2	Всего часов	180	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	57	49
4	Лекции, час.	14	12
5	Практические занятия, час.	0	0
6	Лабораторные занятия, час.	28	24
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	11	4
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	13	11
10	Самостоятельная работа, час.	123	95
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		
12	Вид аттестации	Э	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 01.04.02 Прикладная математика и информатика

ФГОС введен в действие приказом №911 от 28.08.2015 г. , дата утверждения: 23.09.2015 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 01.04.02 Прикладная математика и информатика

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:

доцент, д.т.н. Чубич В. М.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Чубич В. М.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Соловейчик Ю. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.2 готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь выбирать и обосновывать направление научных исследований
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь применять современные методы исследований в области профессиональной деятельности
у2. уметь использовать современные методы математического моделирования при решении профессиональных задач
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; в части следующих результатов обучения:
з1. знать возможности прикладного программного обеспечения, реализующего используемые методы в сфере профессиональной деятельности

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>Математические методы планирования эксперимента</i>	
ОПК.2.у1 уметь выбирать и обосновывать направление научных исследований	
1. об основных этапах активной идентификации динамических систем;	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.3.з1 знать возможности прикладного программного обеспечения, реализующего используемые методы в сфере профессиональной деятельности	
2. о способах управления экспериментом при идентификации динамических систем;	Лекции; Самостоятельная работа
3. об общих требованиях, предъявляемых к оценкам параметров динамических моделей;	Лекции; Самостоятельная работа
4. об основных критериях оптимальности.	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.4.у1 уметь применять современные методы исследований в области профессиональной деятельности	
5. основы теории активной идентификации стохастических дискретных и непрерывно-дискретных систем.	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.4.у2 уметь использовать современные методы математического моделирования при решении профессиональных задач	
6. оценивать параметры моделей стохастических дискретных и непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний;	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7. строить оптимальные входные сигналы для моделей стохастических дискретных и непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8. планировать начальные условия для моделей стохастических дискретных и непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Теоретические основы активной параметрической идентификации				

1. Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем.	0	2	1, 2, 3, 4	Изучаются основные этапы активной идентификации динамических систем (выбор структуры модели, оценивание параметров, планирование идентификационного эксперимента Критерии оптимальности входных сигналов в пространстве параметров и в пространстве измерений.
Дидактическая единица: Оценивание параметров моделей стохастических динамических систем				
2. Оценивание параметров стохастических моделей линейных дискретных и непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.	0	2	5, 6	Изучаются методы максимального правдоподобия и наименьших квадратов, фильтр Калмана, запись уравнений фильтра Калмана с использованием обновляющей последовательности. Построение функции правдоподобия и критерия наименьших.
Дидактическая единица: Планирование экспериментов для моделей стохастических динамических систем				
3. Теоретические аспекты планирования экспериментов для моделей стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний.	0	4	5	Изучаются основные свойства нормированных информационных матриц в задачах планирования экспериментов для стохастических динамических систем (симметричность, положительная полуопределенность, выпуклость множества нормированных информационных матриц, замкнутость этого множества при условии замкнутости области допустимых входных сигналов), теоремы эквивалентности для А-, D-оптимальных планов и следствия из них. Осуществляется вывод и анализ структуры формулы для информационной матрицы одноточечного плана.
4. Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний.	0	2	5, 7, 8	Разрабатываются алгоритмы вычисления информационной матрицы одноточечного плана. Прямые и двойственные процедуры построения А- и D- оптимальных планов. Алгоритмы вычисления градиентов в процедурах построения А- и D-оптимальных планов.

5. Теоретические аспекты планирования экспериментов для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.	0	2	5	Осуществляется вывод и анализ структуры формулы для информационной матрицы одноточечного плана.
6. Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.	0	2	5, 7, 8	Разрабатываются алгоритмы вычисления информационной матрицы одноточечного плана. Прямая и двойственная градиентные процедуры синтеза А- и D- оптимальных входных сигналов.
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Планирование экспериментов для моделей стохастических динамических систем				
7. Планирование экспериментов для стохастических динамических систем	0	12	5	Обсуждаются особенности алгоритмов оценивания параметров и планирование идентификационного эксперимента для моделей стохастических непрерывно-дискретных систем

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Оценивание параметров моделей стохастических динамических систем				
1. Алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем.	0	2	6	Разрабатываются алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем.
2. Алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем.	0	2	6	Разрабатываются алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем.
3. Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем.	0	4	6	Разрабатываются алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем.

4. Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем.	0	4	6	Разрабатываются алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем.
Дидактическая единица: Планирование экспериментов для моделей стохастических динамических систем				
5. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем.	4	4	5, 7	Обсуждаются возможные варианты разработки алгоритмов вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем (при различных вариантах вхождения неизвестных параметров в уравнения модели)
6. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем.	4	4	5, 8	Обсуждаются возможные варианты разработки алгоритмов вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем (при различных вариантах вхождения неизвестных параметров в уравнения модели)
7. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем.	0	4	5, 7	Разрабатываются алгоритмы вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем.

8. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем.	3	4	5, 8	Обсуждаются возможные варианты разработки алгоритмов вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем (при различных вариантах вхождения неизвестных параметров в уравнения модели)
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Планирование экспериментов для моделей стохастических динамических систем				
9. Осуществляется вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем	0	2	5	Вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем
10. Алгоритм вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем	4	2	5	Обсуждаются возможные варианты разработки алгоритмов вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем
11. Изучить вычисление информационной матрицы Фишера для стохастических линейных нестационарных дискретных моделей, полученных в результате временной и статистической линеаризации	0	2	5	Вычисление информационной матрицы Фишера для стохастических линейных нестационарных дискретных моделей, полученных в результате временной и статистической линеаризации
12. Вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем	0	2	5	Вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем
13. Алгоритм вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем	0	2	5	Разработка алгоритмов вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем

14. Вычисление информационной матрицы для стохастических линейных нестационарных непрерывно-дискретных моделей, полученных в результате временной и статистической линеаризации	0	2	5	Вычисление информационной матрицы для стохастических линейных нестационарных непрерывно-дискретных моделей, полученных в результате временной и статистической линеаризации
15. Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем	0	2	5	Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем
16. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем	0	2	5	Разработка алгоритмов вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем
17. Изучаются процедуры планирования входных сигналов для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем на основе оптимального управления	0	4	5	Постановка задач дискретного оптимального управления и возможные методы их решения. Сведение задачи планирования входных сигналов к задаче дискретного оптимального управления
18. Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем	0	2	5	Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем
19. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем	0	2	5	Разработка алгоритмов вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Оценивание параметров моделей стохастических динамических систем				

1. Основные статистические свойства оценок неизвестных параметров моделей стохастических линейных дискретных систем	0	35	3	Исследуются основные статистические свойства оценок неизвестных параметров моделей стохастических линейных дискретных систем
---	---	----	---	--

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	50	3
Изучение теоретического материала. Разработка алгоритмов по теме лабораторной работы.: Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	0	0
: Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	38	0
Повторение теоретического материала по списку экзаменационных вопросов. Анализ результатов, полученных при выполнении лабораторных работ.: Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc . - Загл. с экрана.				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	3	45	10
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc . - Загл. с экрана.				
5	Самостоятельное изучение теоретического материала	3	45	10
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Черникова О. С. Математические методы планирования эксперимента [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. С. Черникова, В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039 . - Загл. с экрана. Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc . - Загл. с экрана.				
Семестр: 3				
1	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	60	6
Изучение теоретического материала. Разработка алгоритмов по теме лабораторной работы.: Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	35	5

Повторение теоретического материала по списку экзаменационных вопросов. Анализ результатов, полученных при выполнении лабораторных работ.: Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc. - Загл. с экрана.

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
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	ЭБС

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: 2		
<i>Самостоятельное изучение теоретического материала:</i>	8	20
<i>Лабораторная:</i>	10	40
Контролирующие материалы приводятся в "Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc . - Загл. с экрана."		
<i>Экзамен:</i>	10	40
Контролирующие материалы - список вопросов		
Семестр: 3		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лекция:</i>	0	
<i>Лабораторная:</i>	18	60
Контролирующие материалы приводятся в "Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc . - Загл. с экрана."		
<i>Экзамен:</i>	10	40
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	
			Экзамен
ОПК.2	у1. уметь выбирать и обосновывать направление научных исследований		+
ОПК.4	у1. уметь применять современные методы исследований в области профессиональной деятельности		+
	у2. уметь использовать современные методы математического моделирования при решении профессиональных задач		+
ПК.3	з1. знать возможности прикладного программного обеспечения, реализующего используемые методы в сфере профессиональной деятельности		+

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

7. Литература

Основная литература

1. Активная параметрическая идентификация стохастических линейных систем : [монография / В. И. Денисов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 190 с. : ил., табл.
2. Чубич В. М. Активная идентификация стохастических динамических систем. Оценивание параметров : учебное пособие / В. М. Чубич, Е. В. Филиппова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 61, [1] с. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233664. - Работа выполнена при фин. поддержке Мин-ва РФ (задание № 2014/138, проект "Развитие систем и технологий компьютерного моделирования при исслед. объектов стохастич. природы", № 1689).
3. Чубич В. М. Особенности вычисления информационной матрицы Фишера в задаче активной параметрической идентификации стохастических нелинейных непрерывно-дискретных систем / В. М. Чубич // Научный вестник НГТУ. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. - № 1 (34). - С. 41-54.
4. Чубич В. М. Алгоритм вычисления информационной матрицы Фишера в задаче активной параметрической идентификации стохастических нелинейных непрерывно-дискретных систем / В. М. Чубич // Научный вестник НГТУ. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. - № 3 (36). - С. 15-22.
5. Чубич В. М. Вычисление информационной матрицы Фишера в задаче активной параметрической идентификации стохастических нелинейных дискретных систем / В. М. Чубич // Научный вестник НГТУ. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. - № 1 (34). - С. 23-40.

Дополнительная литература

1. Абденов А. Ж. Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем : Учеб. пособие для ст. курсов спец. "Прикладная математика" / А. Ж. Абденов, В. И. Денисов, В. М. Чубич; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1993. - 43 с.
2. Денисов В. И. Моделирование выборки измерений по описанию стохастической линейной стационарной системы с дискретным временем в пространстве состояний / В. И. Денисов, В. М. Чубич, О. С. Рябых // Науч. вестн. НГТУ. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. - № 2 (13). - С. 63-70.
3. Денисов В. И. Планирование D-оптимальных управляющих сигналов для стохастических линейных дискретных систем / В. И. Денисов, В. М. Чубич // Научный вестник НГТУ. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 1995.. - № 1. - С. 17-31.

4. Горский В. Г. Планирование промышленных экспериментов (модели динамики) / В. Г. Горский, Ю. П. Адлер, А. М. Талалай. - М., 1978. - 112 с. : ил, табл.
5. Льюнг Л. Идентификация систем : теория для пользователя / Л. Льюнг ; пер. с англ. А. С. Манделя и А. В. Назина ; под ред. Я. З. Цыпкина. - М., 1991. - 431, [1] с. : ил., табл.
6. Федоров В. В. Теория оптимального эксперимента (планирование регрессионных экспериментов) : [монография] / В. В. Федоров. - М., 1971. - 311, [1] с. : ил.
7. Денисов В. И. Математическое обеспечение системы ЭВМ - экспериментатор: регрессионный и дисперсионный анализы / В. И. Денисов. - М., 1977. - 250 [1] с. : ил., схемы, таблицы

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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc. - Загл. с экрана.
2. Черникова О. С. Математические методы планирования эксперимента [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. С. Черникова, В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Matlab Simulink

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Математические методы планирования 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 готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	у1. уметь выбирать и обосновывать направление научных исследований з1. знать возможности прикладного программного обеспечения, реализующего используемые методы в сфере профессиональной деятельности	Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем.		Экзамен вопрос 1 сем.2
ОПК.4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	у1. уметь применять современные методы исследований в области профессиональной деятельности	Алгоритм вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем Алгоритм вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей		Экзамен, вопросы 2-10 2 сем., 1-8 3 сем.

		линейных стационарных непрерывно-дискретных систем. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем. Вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем Вычисление информационной матрицы для стохастических линейных нестационарных непрерывно-дискретных моделей, полученных в результате временной и статистической линеаризации Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний. Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний. Изучаются процедуры планирования входных сигналов для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем на основе оптимального управления Изучить вычисление информационной матрицы Фишера для стохастических линейных нестационарных дискретных моделей, полученных в результате временной и статистической линеаризации Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем Осуществляется вывод		
--	--	--	--	--

		информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем Оценивание параметров стохастических моделей линейных дискретных и непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний. Планирование экспериментов для стохастических динамических систем Теоретические аспекты планирования экспериментов для моделей стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний. Теоретические аспекты планирования экспериментов для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.		
ОПК.4	у2. уметь использовать современные методы математического моделирования при решении профессиональных задач	Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем. Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем. Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального		Экзамен, вопросы 11-13 2 сем., 9-13 3 сем.

		правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем. Алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем. Алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем. Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний. Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний. Оценивание параметров стохастических моделей линейных дискретных и непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.		
ПК.3/ППТ способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	з1. знать возможности прикладного программного обеспечения, реализующего используемые методы в сфере профессиональной деятельности	Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем. Основные статистические свойства оценок неизвестных параметров моделей стохастических линейных дискретных систем		Экзамен, вопросы 14 3 сем.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ОПК.4, ПК.3/ППТ. Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня.

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, ОПК.4, ПК.3/ППТ, 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.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Математические методы планирования эксперимента», 2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: в билете 2 вопроса из перечня вопросов, приведенных ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Математические методы планирования эксперимента»

1. Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем (20 баллов).
2. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем (20 баллов).

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студентом 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, оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студентом 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,
оценка составляет 10-19 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студентом 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
оценка составляет 20-34 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студентом 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.
оценка составляет 35-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Математические методы планирования эксперимента»

1. Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем.
2. Алгоритм вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем
3. Теоретические аспекты планирования экспериментов для моделей стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний.
4. Планирование экспериментов для стохастических динамических систем
5. Осуществляется вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем
6. Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем
7. Вычисление информационной матрицы Фишера для стохастических линейных нестационарных дискретных моделей, полученных в результате временной и статистической линеаризации
8. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем

9. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем.
10. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем.
11. Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний.
12. Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем.
13. Алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем.
14. Основные статистические свойства оценок неизвестных параметров моделей стохастических линейных дискретных систем

Паспорт экзамена

по дисциплине «Математические методы планирования эксперимента», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: в билете 2 вопроса из перечня вопросов, приведенных ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Математические методы планирования эксперимента»

1. Теоретические аспекты планирования экспериментов для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний (20 баллов).
2. Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем (20 баллов).

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студентом 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, оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студентом 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,

оценка составляет 10-19 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студентом 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
оценка составляет 20-34 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студентом 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.
оценка составляет 35-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Математические методы планирования эксперимента»

1. Теоретические аспекты планирования экспериментов для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.
2. Алгоритм вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем
3. Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем
4. Процедуры планирования входных сигналов для стохастических моделей линейных нестационарных дискретных систем на основе оптимального управления
5. Вычисление информационной матрицы для стохастических линейных нестационарных непрерывно-дискретных моделей, полученных в результате временной и статистической линеаризации
6. Вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей линейных нестационарных непрерывно-дискретных систем
7. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем.

8. Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.
9. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных непрерывно-дискретных систем.
10. Оценивание параметров стохастических моделей линейных дискретных и непрерывно-дискретных систем в пространстве состояний.
11. Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем.
12. Алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных непрерывно-дискретных систем.