



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова



«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

В.А. Старцев

2022 г.

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА И СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»

Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

Направленность: Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Год набора 2021

Форма обучения: Очная

Королев

2022

Чаусова О.В. Рабочая программа дисциплины: Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем. – Королев МО: «Технологический университет», 2022 – 23 с.

Рецензент: *д.ф.-м.н. проф. Самаров К.Л.*

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС) по направлению подготовки аспирантов 02.06.01 Компьютерные и информационные науки (направленности «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика») и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета (Протокол № 14 от 28.06.2022 года).

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры математики и естественнонаучных дисциплин (протокол №11 от 10.06.2022 г.).

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП _____ (Чаусова О.В., к.ф.-м.н)

Заведующая библиотекой «МГОТУ» _____ Л.Г.Полубелова

Программа «Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем» рекомендована к реализации в учебном процессе на заседании Научно – технического совета (протокол № 1 от 28 марта 2022 года).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП

Целью изучения дисциплины является:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для оценки вариантов, обеспечения и поддержки принятия эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. освоение необходимого инструментария, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
3. формирование готовности применять методы математического анализа и моделирования сложных систем и процессов в профессиональной деятельности.

В процессе обучения аспирант приобретает и совершенствует следующие компетенции.

Универсальные компетенции:

– (УК-1) способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Общепрофессиональные компетенции:

– (ОПК-1) способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

Профессиональные компетенции:

– (ПК-4) способность применять методы и алгоритмы идентификации систем управления на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации для решения задач теоретико-информационного анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем.

Основными задачами дисциплины являются:

1. Освоение теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. Получение умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

После завершения освоения данной дисциплины аспирант должен:

Знать:

- основные понятия, методы, модели, алгоритмы и другие теоретические сведения, составляющие предмет дисциплины «Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем».

Уметь:

- использовать теоретические сведения при решении практических задач.

Владеть:

- необходимыми навыками применения инструментария дисциплины «Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем» для решения конкретных задач выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части и является обязательной дисциплиной основной профессиональной образовательной программы подготовки аспирантов по направлению 02.06.01– Компьютерные и информационные науки (направленности «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика») изучается в 3-м семестре.

Дисциплина базируется на ранее изученных дисциплинах «Основы научно-исследовательской работы» и компетенциях УК-1, 2, 3, ОПК-1, ПК-5, 6.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми при выполнении выпускной квалификационной работы аспиранта.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для аспирантов очной формы составляет 3 зачетных единицы, 108 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов
Общая трудоемкость	108
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	
Аудиторные занятия	18
Лекции (Л)	6
Практические занятия (ПЗ)	12
Семинарские занятия (СЗ)	-
Лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа	90
Вид итогового контроля	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очное	Практические занятия, час. очное	Семинарские занятия, час. очное	Код компетенций
Тема 1. Математические модели стохастического объекта	2	4	-	ПК-4
Тема 2. Методы оптимального управления и фильтрации	2	4	-	ОПК-1
Тема 3. Методы идентификации стохастических объектов	2	4	-	УК-1
Итого:	6	12	-	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Математические модели стохастического объекта.

1.1. Математическая модель стохастического объекта в форме непрерывной передаточной функции.

1.2. Математическая модель стохастического объекта в форме дискретной передаточной функции.

1.3. Детерминированное разностное уравнение. Стохастическое разностное уравнение авторегрессии со скользящим средним.

1.4. Уравнение Винера-Хопфа.

Тема 2. Методы оптимального управления и фильтрации.

2.1. Задача оптимального управления в дискретной форме.

2.2. Задача оптимальной фильтрации в дискретной форме.

2.3. Дискретный фильтр Калмана-Бьюси, его рекуррентная форма

Тема 3. Методы идентификации стохастических объектов.

3.1. Постановка задачи идентификации стохастического объекта. Итеративный подход Бокса-Дженкинса. Параметрическая идентификация с помощью метода наименьших квадратов (МНК).

3.2. Проверка адекватности математической модели исследуемому объекту. Принцип вариации шага дискретизации. Критерий Дарбина-Уотсона. Критерий Бокса-Дженкинса. Критерий средней погрешности.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (Приложение 2).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем» приведен в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 7-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2019. – 398 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573373> (дата обращения: 30.11.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-02736-9. – Текст : электронный.

2. Новосельцева, М. А. Основы теории автоматического управления : учебное пособие / М. А. Новосельцева. — Кемерово : КемГУ, 2021. — 327 с. — ISBN 978-5-8353-2762-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/186346> (дата обращения: 11.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Федосенков, Б.А. Теория автоматического управления: классические и современные разделы : учебное пособие / Б.А. Федосенков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. - 322 с. : ил.,табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-2207-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195>

2. Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-9441-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195426>

(дата обращения: 11.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гутова, С. Г. Моделирование систем автоматического регулирования : учебное пособие : [16+] / С. Г. Гутова, Е. С. Каган ; Кемеровский государственный университет. — Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2020. — 230 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684982> (дата обращения: 11.09.2022). — Библиогр.: с. 186-191. — ISBN 978-5-8383-2741-6. — Текст : электронный.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <http://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека ONLINE.

2. <http://www.rucont.ru/> - Электронная библиотека Руконт.

3. <http://www.znaniium.com/> - Электронная библиотека издательства Инфра-М.

4. <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека Лань.

5. <http://window.edu.ru/> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

6. <http://www.anylogic.ru/> - Сайт системы имитационного моделирования AnyLogic, содержащий методические и учебные материалы по имитационному моделированию в свободном доступе для различных прикладных сфер.

7. <http://www.runthemodel.com/> - Библиотека имитационных моделей, находящихся в свободном доступе, выполненных в среде AnyLogic.

8. <http://www.akademy.it.ru> - Академия АЙТИ.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения:

MS Office, Mathcad, AnyLogic, Java.

Информационные справочные системы:

- 1. Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ».*
- 2. Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.*

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), доска, комплект маркеров;
- комплект электронных презентаций;
- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет к почтовым серверам и к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

Практические занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), доска, комплект маркеров;
- комплект электронных презентаций;
- рабочие места аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет к почтовым серверам, к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ АСПИРАНТОВ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА И СТРУКТУРНО-
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»**

(Приложение 1 к рабочей программе)

Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

**Направленность: Системный анализ, управление и обработка информации,
статистика**

Год набора 2021

Форма обучения: Очная

Королев
2022

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				Знать	уметь	владеть
1.	ПК-4	способность применять методы и алгоритмы идентификации систем управления на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации для решения задач теоретико-информационного анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем	Тема 1. Математические модели стохастического объекта	основные модели стохастического объекта	применять модели стохастического объекта	модели стохастического объекта для построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов
2.	ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Тема 2. Методы оптимального управления и фильтрации	основные методы оптимального управления и фильтрации	применять методы оптимального управления и фильтрации при решении профессиональных задач	методами оптимального управления и фильтрации для построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов
3.	УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Тема 3. Методы идентификации стохастических объектов	основные методы идентификации стохастических объектов	применять методы идентификации стохастических объектов при решении профессиональных задач	методами идентификации стохастических объектов для построения математической модели профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
УК-1	Письменное задание	А) полностью сформирована 5 баллов В) частично сформирована 3-4 балла С) не сформирована 2 балла	1. Проводится в форме практической работы, выполняемой на компьютере. 2.Время, отведенное на процедуру – 180 мин. Неявка – 0. Критерии оценки: 1.Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.
ОПК-1	Письменное задание	А) полностью сформирована 5 баллов В) частично сформирована 3-4 балла С) не сформирована 2 балла	1. Проводится в форме практической работы, выполняемой на компьютере. 2.Время, отведенное на процедуру – 180 мин. Неявка – 0. Критерии оценки: 1.Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.
ПК-4	Письменное задание	А) полностью сформирована 5 баллов В) частично сформирована 3-4 балла С) не сформирована 2 балла	1. Проводится в форме 3-х практических работ, выполняемых на компьютере. 2.Время, отведенное на процедуру (все работы) – 180 мин. Неявка – 0. Критерии оценки: 1.Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Типовые письменные задания

1. Формирование входного дискретного стохастического сигнала динамического объекта с заданными корреляционными свойствами. Целью работы является получение дискретного (по времени) входного сигнала из исходной равномерно распределенной стандартной случайной последовательности, автокорреляционная функция которой задана. По результатам формирования (полученной реализации случайного процесса) должна быть построена оценка автокорреляционной функции и проверена степень ее близости исходной.

Варианты исходных данных (n – длина реализации, τ – постоянная времени затухания автокорреляционной функции):

- 1.1. $n = 100, \tau = 0.1.$
- 1.2. $n = 150, \tau = 0.15.$
- 1.3. $n = 200, \tau = 0.2.$
- 1.4. $n = 250, \tau = 0.25.$
- 1.5. $n = 100, \tau = 0.3.$
- 1.6. $n = 150, \tau = 0.35.$
- 1.7. $n = 200, \tau = 0.4.$
- 1.8. $n = 250, \tau = 0.45.$
- 1.9. $n = 100, \tau = 0.5.$
- 1.10. $n = 150, \tau = 0.55.$

2. Оптимальная линейная фильтрация сигнала. Целью работы является выполнение фильтрации дискретного (по времени) сигнала на основе использования алгоритма калмановской фильтрации. По результатам должна быть построена оценка степени близости исходного и отфильтрованного сигналов (в виде коэффициента корреляции). Параметрами весовых матриц уравнений движения и измерения следует задаться.

Варианты исходных данных (n – длина реализации, σ_1 – величина среднеквадратического отклонения аддитивной составляющей уравнения движения, σ_2 – величина среднеквадратического отклонения аддитивной составляющей уравнения измерения):

- 2.1. $n = 100, \sigma_1 = 0.1, \sigma_2 = 1.$
- 2.2. $n = 150, \sigma_1 = 0.15, \sigma_2 = 0.95.$
- 2.3. $n = 200, \sigma_1 = 0.2, \sigma_2 = 0.9.$
- 2.4. $n = 250, \sigma_1 = 0.25, \sigma_2 = 0.85.$
- 2.5. $n = 100, \sigma_1 = 0.3, \sigma_2 = 0.8.$
- 2.6. $n = 150, \sigma_1 = 0.35, \sigma_2 = 0.75.$
- 2.7. $n = 200, \sigma_1 = 0.4, \sigma_2 = 0.7.$

- 2.8. $n = 250, \sigma_1 = 0.45, \sigma_2 = 0.65$.
2.9. $n = 100, \sigma_1 = 0.5, \sigma_2 = 0.6$.
2.10. $n = 150, \sigma_1 = 0.55, \sigma_2 = 0.55$.

2. Оптимальная идентификация линейной системы. Целью работы является идентификация параметров системы по наблюдениям за измеряемыми сигналами. По результатам должна быть построена оценка степени близости параметров исходной системы и идентифицированной (в виде коэффициента корреляции). Параметрами весовых матриц уравнений движения и измерения следует задаться.

Варианты исходных данных (n – длина реализации, σ_1 – величина среднеквадратического отклонения аддитивной составляющей уравнения движения, σ_2 – величина среднеквадратического отклонения аддитивной составляющей уравнения измерения, τ – постоянная времени затухания автокорреляционной функции входного сигнала):

- 3.1. $n = 100, \sigma_1 = 0.1, \sigma_2 = 1, \tau = 0.1$.
3.2. $n = 150, \sigma_1 = 0.15, \sigma_2 = 0.95, \tau = 0.1$.
3.3. $n = 200, \sigma_1 = 0.2, \sigma_2 = 0.9, \tau = 0.1$.
3.4. $n = 250, \sigma_1 = 0.25, \sigma_2 = 0.85, \tau = 0.1$.
3.5. $n = 100, \sigma_1 = 0.3, \sigma_2 = 0.8, \tau = 0.1$.
3.6. $n = 150, \sigma_1 = 0.35, \sigma_2 = 0.75, \tau = 0.1$.
3.7. $n = 200, \sigma_1 = 0.4, \sigma_2 = 0.7, \tau = 0.1$.
3.8. $n = 250, \sigma_1 = 0.45, \sigma_2 = 0.65, \tau = 0.1$.
3.9. $n = 100, \sigma_1 = 0.5, \sigma_2 = 0.6, \tau = 0.1$.
3.10. $n = 150, \sigma_1 = 0.55, \sigma_2 = 0.55, \tau = 0.1$.

3.2. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Промежуточное тестирование по дисциплине не предусмотрено.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем» в виде зачета, проводимого в устной форме по материалам лекций и выполненным практическим заданиям.

Вид оценочного средства	Код компетенции, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Зачет	УК-1 ОПК-1 ПК-4	Билет с 2 вопросами и задачей	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы, и решения задачи Время отведенное на процедуру 0.25 часа.	Результаты предоставляются в день проведения Зачета	Критерии оценки: «Зачет»: <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • слабое умение использовать и применять полученные знания на практике; • пассивная работа на практических занятиях; • знание не всех методов, изучаемых предметов; • ответ не на все вопросы билета, решение задачи с ошибками. «Незачет»: <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы билета и не умеет решать задачи.

Типовые вопросы, выносимые на Зачет

1. Основные свойства случайных процессов как представителей стохастических явлений и их отличительные особенности.
2. Временной ряд и его свойства.
3. Случайный (стохастический) процесс и его основные элементы.
4. Стационарный случайный процесс, его свойства.
5. Оценки параметров стационарного случайного процесса и их свойства.
6. Нестационарный случайный процесс, его свойства.
7. Эргодический случайный процесс, его свойства.
8. Характеристики случайных процессов: математическое ожидание, дисперсия, корреляционная и взаимно корреляционная функции.
9. Нормированная автокорреляционная функция стационарного случайного процесса.
10. Белый шум, его корреляционные и спектральные свойства.

11. Понятие стохастического объекта, система уравнений движения, измерений и управления.
12. Структурная функция и её свойства. Стационаризация данных путем разностных преобразований.
13. Проверка однородности данных измерений с помощью структурной функции.
14. Система уравнений движения (объекта), управления и измерения в непрерывной и дискретной форме, предпосылки относительно их элементов.
15. Постановка задачи оптимального управления.
16. Рекуррентный алгоритм синтеза оптимального управления.
17. Постановка задачи оптимальной фильтрации.
18. Алгоритм оптимальной фильтрации.
19. Рекуррентный дискретный фильтр Калмана-Бьюси.
20. Постановка задачи идентификации стохастического объекта.
21. Параметрическая идентификация с помощью метода наименьших квадратов (МНК).
22. Влияние шага дискретизации на качество математической модели.
23. Проверка адекватности математической модели исследуемому объекту. Критерий Дарбина-Уотсона.
24. Проверка адекватности математической модели исследуемому объекту. Критерий Бокса-Дженкинса.
25. Проверка адекватности математической модели исследуемому объекту. Критерий средней погрешности.

Типовые задачи, выносимые на зачет

1. Формирование входного дискретного стохастического сигнала динамического объекта с заданными корреляционными свойствами. Целью работы является получение дискретного (по времени) входного сигнала из исходной равномерно распределенной стандартной случайной последовательности, автокорреляционная функция которой задана. По результатам формирования (полученной реализации случайного процесса) должна быть построена оценка автокорреляционной функции и проверена степень ее близости исходной.

Варианты исходных данных (n – длина реализации, τ – постоянная времени затухания автокорреляционной функции):

- 1.1. $n = 100, \tau = 0.1.$
- 1.2. $n = 150, \tau = 0.15.$
- 1.3. $n = 200, \tau = 0.2.$
- 1.4. $n = 250, \tau = 0.25.$
- 1.5. $n = 100, \tau = 0.3.$
- 1.6. $n = 150, \tau = 0.35.$
- 1.7. $n = 200, \tau = 0.4.$
- 1.8. $n = 250, \tau = 0.45.$
- 1.9. $n = 100, \tau = 0.5.$
- 1.10. $n = 150, \tau = 0.55.$

2. Оптимальная линейная фильтрация сигнала. Целью работы является выполнение фильтрации дискретного (по времени) сигнала на основе использования алгоритма калмановской фильтрации. По результатам должна быть построена оценка степени близости исходного и отфильтрованного сигналов (в виде коэффициента корреляции). Параметрами весовых матриц уравнений движения и измерения следует задаться.

Варианты исходных данных (n – длина реализации, σ_1 – величина среднеквадратического отклонения аддитивной составляющей уравнения движения, σ_2 – величина среднеквадратического отклонения аддитивной составляющей уравнения измерения):

- 2.1. $n = 100, \sigma_1 = 0.1, \sigma_2 = 1.$
- 2.2. $n = 150, \sigma_1 = 0.15, \sigma_2 = 0.95.$
- 2.3. $n = 200, \sigma_1 = 0.2, \sigma_2 = 0.9.$
- 2.4. $n = 250, \sigma_1 = 0.25, \sigma_2 = 0.85.$
- 2.5. $n = 100, \sigma_1 = 0.3, \sigma_2 = 0.8.$
- 2.6. $n = 150, \sigma_1 = 0.35, \sigma_2 = 0.75.$
- 2.7. $n = 200, \sigma_1 = 0.4, \sigma_2 = 0.7.$
- 2.8. $n = 250, \sigma_1 = 0.45, \sigma_2 = 0.65.$
- 2.9. $n = 100, \sigma_1 = 0.5, \sigma_2 = 0.6.$
- 2.10. $n = 150, \sigma_1 = 0.55, \sigma_2 = 0.55.$

2. Оптимальная идентификация линейной системы. Целью работы является идентификация параметров системы по наблюдениям за измеряемыми сигналами. По результатам должна быть построена оценка степени близости параметров исходной системы и идентифицированной (в виде коэффициента корреляции). Параметрами весовых матриц уравнений движения и измерения следует задаться.

Варианты исходных данных (n – длина реализации, σ_1 – величина среднеквадратического отклонения аддитивной составляющей уравнения движения, σ_2 – величина среднеквадратического отклонения аддитивной составляющей уравнения измерения, τ – постоянная времени затухания автокорреляционной функции входного сигнала):

- 3.1. $n = 100, \sigma_1 = 0.1, \sigma_2 = 1, \tau = 0.1.$
- 3.2. $n = 150, \sigma_1 = 0.15, \sigma_2 = 0.95, \tau = 0.1.$
- 3.3. $n = 200, \sigma_1 = 0.2, \sigma_2 = 0.9, \tau = 0.1.$
- 3.4. $n = 250, \sigma_1 = 0.25, \sigma_2 = 0.85, \tau = 0.1.$
- 3.5. $n = 100, \sigma_1 = 0.3, \sigma_2 = 0.8, \tau = 0.1.$
- 3.6. $n = 150, \sigma_1 = 0.35, \sigma_2 = 0.75, \tau = 0.1.$
- 3.7. $n = 200, \sigma_1 = 0.4, \sigma_2 = 0.7, \tau = 0.1.$
- 3.8. $n = 250, \sigma_1 = 0.45, \sigma_2 = 0.65, \tau = 0.1.$
- 3.9. $n = 100, \sigma_1 = 0.5, \sigma_2 = 0.6, \tau = 0.1.$
- 3.10. $n = 150, \sigma_1 = 0.55, \sigma_2 = 0.55, \tau = 0.1.$

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ АСПИРАНТОВ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА И СТРУКТУРНО-
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»**

(Приложение 2 к рабочей программе)

Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

**Направленность: Системный анализ, управление и обработка информации,
статистика**

Год набора 2021

Форма обучения: Очная

Королев
2022

1. Общие положения

Цели дисциплины:

1. Формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для оценки вариантов, обеспечения и поддержки принятия эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Освоение необходимого инструментария, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных конструкторских и управленческих решений.

3. Формирование готовности применять методы математического анализа и моделирования сложных систем и процессов в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

1. Освоение теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Получение умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *решение ситуационных задач, выполнение практических заданий.*

Тема и содержание практического занятия: *Моделирование алгоритмов оптимального управления стохастическим объектами в среде AnyLogic и MS Excel.*

- Генерация исходных стохастических случайных процессов с заданными свойствами.

- Синтез оптимальных управлений на основе заданных параметров объекта и системы измерений.

- Наблюдение движения системы и анализ наблюдаемой выборки.

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *решение ситуационных задач, выполнение практических заданий.*

Тема и содержание практического занятия: *Моделирование алгоритмов оптимальной фильтрации в стохастических объектах в среде AnyLogic и MS Excel.*

- Генерация исходных стохастических случайных процессов с заданными свойствами.

- Синтез алгоритма оптимальной фильтрации для заданных параметров.

- Наблюдение отфильтрованного сигнала и анализ полученной выборки.

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *решение ситуационных задач, выполнение практических заданий.*

Тема и содержание практического занятия: *Моделирование алгоритмов оптимальной параметрической идентификации стохастических объектов в среде AnyLogic и MS Excel.*

- Генерация исходных стохастических случайных процессов с заданными свойствами.

- Синтез алгоритма оптимальной идентификации.

- Наблюдение последовательного уточнения оценок параметров системы и анализ точности идентификации.

Продолжительность занятия – 4 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

4. Указания по проведению самостоятельной работы аспирантов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды самостоятельной работы
1.	Математические модели стохастического объекта	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (построение имитационной модели стохастического объекта в среде AnyLogic).
2.	Методы оптимального управления и фильтрации	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (построение рекуррентного алгоритма оптимальной фильтрации).
3	Методы идентификации стохастических объектов	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (построение рекуррентного алгоритма оптимальной идентификации).

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 7-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2019. – 398 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573373> (дата обращения: 30.11.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-02736-9. – Текст : электронный.

2. Новосельцева, М. А. Основы теории автоматического управления : учебное пособие / М. А. Новосельцева. — Кемерово : КемГУ, 2021. — 327 с. — ISBN 978-5-8353-2762-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/186346> (дата обращения: 11.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Федосенков, Б.А. Теория автоматического управления: классические и современные разделы : учебное пособие / Б.А. Федосенков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. - 322 с. : ил.,табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-2207-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195>

2. Демидович, Б. П. Дифференциальные уравнения : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-9441-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195426> (дата обращения: 11.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гутова, С. Г. Моделирование систем автоматического регулирования : учебное пособие : [16+] / С. Г. Гутова, Е. С. Каган ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2020. – 230 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684982> (дата обращения: 11.09.2022). – Библиогр.: с. 186-191. – ISBN 978-5-8383-2741-6. – Текст : электронный.

Ресурсы сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <http://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека ONLINE.
2. <http://www.rucont.ru/> - Электронная библиотека Руконт.
3. <http://www.znaniium.com/> - Электронная библиотека издательства Инфра-М.
4. <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека Лань.
5. <http://window.edu.ru/> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

6. <http://www.anylogic.ru/> - Сайт системы имитационного моделирования AnyLogic, содержащий методические и учебные материалы по имитационному моделированию в свободном доступе для различных прикладных сфер.

7. <http://www.runthemodel.com/> - Библиотека имитационных моделей, находящихся в свободном доступе, выполненных в среде AnyLogic.

8. [http:// www.akademy.it.ru](http://www.akademy.it.ru) - Академия АЙТИ.

7. Перечень информационных технологий

Перечень программного обеспечения: *MS Office, Mathcad, AnyLogic.*

Информационные справочные системы:

1. *Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ».*

2. *Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.*

3. *Электронные книги:*

- *Конспект лекций по курсу «Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем»;*

- *Практикум по курсу «Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем»;*

- *Материалы, представленные в открытом доступе по адресам, указанным в разделе 7 Приложения 2.*