

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук



Рабочая программа дисциплины

**Адаптивные системы**

по направлению подготовки

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Математическое моделирование и информационные системы**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2023**


Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.01.03

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 К.И. Лившиц

Председатель УМК

 С.П. Сущенко

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 – способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач;

– ПК-3 – способен формализовывать, согласовывать и документировать требования к системе и подсистеме, обрабатывать запросы на изменение требований к системе и подсистеме, выявлять и формализовывать риски, анализировать проблемные ситуации.;

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1. Обладает навыками объектно-ориентированного программирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности.

ИОПК-2.2. Проявляет навыки использования основных языков программирования, основных методов разработки программ, стандартов оформления программной документации.

ИОПК-2.3. Демонстрирует умение отбора среди существующих математических методов, наиболее подходящих для решения конкретной прикладной задачи.

ИОПК-2.4. Демонстрирует умение адаптировать существующие математические методы для решения конкретной прикладной задачи.

ИПК-3.1. Реализует построение формализованной математической модели системы (подсистемы), введение целевой функции системы, подсистемы и ограничений, соответствующих требованиям к системе (подсистеме).

ИПК-3.2. Адаптирует формализованную математическую модель системы (подсистемы) к изменению требований (ограничений к целевой функции) к системе (подсистеме).

ИПК-3.3. Выявляет и формализовывает в виде математической модели возникающие при функционировании системы (подсистемы) риски; выявляет и анализирует проблемные ситуации.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Привить навыки работы с учебной литературой по адаптивным системам.

– Научиться строить структурные схемы и осуществлять моделирование адаптивных систем при использовании квадратичных критериев, фильтров Калмана для оценивания состояния и параметров с учетом неполного измерения состояния с ошибками.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина входит в модуль «Прикладная математика».

## **4. Семестр освоения и форма промежуточной аттестации по дисциплине**

Восьмой семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 16 ч.

– лабораторные занятия: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

### **Тема 1. Введение**

**Лекция.** Введение в курс «Адаптивные системы». Основные определения и классификация адаптивных систем. Описание систем в пространстве состояний. Пример построения математической модели вертикального взлета ракеты.

**Лабораторная работа.** Моделирование свободного движения объекта. Графическое представление результатов моделирования.

### **Тема 2. Синтез управляющих воздействий по классическому квадратичному критерию.**

**Лекция.** Преобразование непрерывной стохастической системы в дискретную. Совмещенный синтез. Постановка задачи слежения. Алгоритмы синтеза управляющих воздействий по классическому квадратичному критерию.

**Лабораторная работа.** Синтез управляющих воздействий по классическому квадратичному критерию для стохастической модели объекта. Решение уравнения Риккати

### **Тема 3. Синтез управляющих воздействий с прогнозирующей моделью.**

**Лекция.** Описание математической модели объекта при управлении скоростью перемещения управляющих органов. Алгоритмы синтеза управляющих воздействий по квадратичному критерию обобщенной работы Красовского А.А. с прогнозирующей моделью.

**Лабораторная работа.** Решение задачи управления скоростью перемещения управляющих органов. Синтез управляющих воздействий по квадратичному критерию обобщенной работы с прогнозирующей моделью.

### **Тема 4. Оценивание состояния фильтром Калмана.**

**Лекция.** Описание математической модели измерительного комплекса. Построение оценок состояния дискретным фильтром Калмана. Теорема разделения.

**Лабораторная работа.** Построение стохастической математической модели измерительного комплекса при полном измерении. Реализация. Оценивание состояния фильтром Калмана по результатам текущих измерений.

### **Тема 5. Синтез управления по оценкам состояния.**

**Лекция.** Синтез управления по локальному критерию. Синтез управляющих воздействий по оценкам состояния по квадратичным критериям: классическому, обобщенной работы и локальному.

**Лабораторная работа.** Синтез управляющих воздействий по оценкам состояния при использовании классического квадратичного критерия.

### **Тема 6. Оценивание состояния и параметров параллельными фильтрами Калмана.**

**Лекция.** Описание модели объекта при наличии неизвестных параметров. Построение оценок вектора параметров дискретным фильтром Калмана. Оценивание состояния и параметров модели объекта параллельными фильтрами Калмана.

**Лабораторная работа.** Оценивание параметров модели объекта фильтром Калмана.

**Тема 7. Синтез адаптивного управления по квадратичным критериям.**

**Лекция.** Ограничения по управлению и состоянию. Запаздывание по управлению. Синтез адаптивного управления по квадратичным критериям.

**Лабораторная работа.** Оценивание состояния и параметров модели объекта параллельными фильтрами Калмана.

**Тема 8. Общая схема синтеза адаптивных систем управления.**

**Лекция.** Описания математических моделей технических систем. Общая схема синтеза адаптивного управления для математических моделей технических систем.

**Лабораторная работа.** Синтез адаптивного управления для конкретных математических моделей технических систем.

**9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проверки правильности выполнения лабораторных работ и ответа на теоретические вопросы и фиксируется в форме контрольной точки.

**10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен для промежуточной аттестации по дисциплине осуществляется дистанционно в тестовой форме. Студент допускается к экзамену, если выполнены все лабораторные работы и дано не менее 50% правильных ответов на теоретические вопросы текущего контроля. Студент должен указать в таблице номер правильного ответа для конкретного экзаменационного вопроса. Сдача экзамена рассчитана на 40 минут.

**Ответы студента на вопросы**

| № вопроса | Ответ |
|-----------|-------|
| 1         |       |
| 2         |       |
| 3         |       |
| 4         |       |
| 5         |       |
| 6         |       |
| 7         |       |
| 8         |       |
| 9         |       |
| 10        |       |
| 11        |       |
| 12        |       |

**Правильные ответы на вопросы**

| № вопроса | Ответ |
|-----------|-------|
| 1         | 2     |
| 2         | 1     |
| 3         | 3     |
| 4         | 1     |
| 5         | 2     |
| 6         | 3     |
| 7         | 2     |
| 8         | 2     |

|    |   |
|----|---|
| 9  | 1 |
| 10 | 2 |
| 11 | 1 |
| 12 | 3 |

### Шкала оценивания

| Критерий оценивания                        | Оценка              |
|--|---------------------|
| Количество правильных ответов: от 10 до 12 | отлично             |
| Количество правильных ответов: от 7 до 9   | хорошо              |
| Количество правильных ответов: от 4 до 6   | удовлетворительно   |
| Количество правильных ответов: от 0 до 3   | неудовлетворительно |

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Все необходимое учебно-методическое обеспечение по дисциплине представлено в печатном и электронном виде в библиотеке ТГУ.

### 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Решетникова Г.Н. Адаптивные системы: учебное пособие – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – 112 с.

– Решетникова Г.Н. Моделирование систем: учебное пособие: – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 441 с.

– Цыкунов А.М. Адаптивное и робастное управление динамическими объектами по выходу. М.: Физматлит, 2009. – 268 с.

– Буков В.Н. Адаптивные прогнозирующие системы управления полетом. М.: Наука, 1987, – 232 с.

– Смагин В.И., Параев Ю.И. Синтез следящих систем по квадратичным критериям. Томск : Изд.- во ТГУ, 2010. – 171 с.

б) дополнительная литература:

– Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. Лаборатория Базовых знаний, 2004. – 831 с.

– Браммер Л., Зиффлинг Г. Фильтр Калмана-Бьюси. М.: Наука, 1972. – 200с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. [Адаптивные системы : учебное пособие : \[для студентов ФПМК направления подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика с квалификацией бакалавр\] /Г. Н. Решетникова ; Нац. исслед. Том. гос. ун-т Решетникова, Галина Николаевна](#)  
Электронный ресурс : <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000535904>

2. [Моделирование систем : учебное пособие : \[для студентов вузов, обучающихся по специальности 220201\(220201\) "Управление и информатика в технических системах"\] /Г. Н. Решетникова ; Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники Решетникова, Галина Николаевна.](#) Электронный ресурс

: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000343580>

3. [Адаптивное управление поставками и рекламой](#) Электронный ресурс : алгоритмы, модели, ограничения / Галина Решетникова, Saarbrücken : LAP Lambert Academic Publishing , 2012, -142 с. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000518737>
4. Образовательный математический сайт ([www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru)).

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook).
- пакет MATHCAD 14.

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения лабораторных работ, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Решетникова Галина Николаевна, канд. техн. наук, доцент, кафедра прикладной математики, доцент.