

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

09.04.01 Информатика и вычислительная техника

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

Кабанов Сергей Александрович, д.т.н., профессор



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

УК-1 — способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
ПСК-2.04 — способность применять методы искусственного интеллекта и оптимального управления при создании (модернизации) автоматизированных систем обработки информации и управления
ОПК-1 — способность самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
ОПК-4 — способность применять на практике новые научные принципы и методы исследований

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

УК-1

знания:

основ оптимального управления;

умения:

применять методы и строить алгоритмы вычисления оптимального управления;

навыки:

разработка программ формирования оптимального управления.

ПСК-2.04

знания:

основ оптимального управления системами при неполной информации, способов нахождения оценок вектора состояния системы;

умения:

разрабатывать алгоритмы нахождения оценок вектора состояния систем и оптимального управления при действии возмущений, применять методы и строить алгоритмы вычисления оптимального управления системами при неполной информации;

навыки:

построения алгоритмов программной реализации оптимальной динамики систем при неполной информации.

ОПК-1

знания:

методов и алгоритмов вычисления оптимального управления;

умения:

применять методы формализации, алгоритмизации и вычислительной реализации оптимального управления;

навыки:

построение алгоритмов программной реализации оптимальной динамики систем.

ОПК-4

знания:

методов и алгоритмов вычисления оптимального управления;

умения:

выбирать метод оптимизации и разработать соответствующий вычислительный алгоритм;

навыки:

способность применять на практике современные алгоритмы оптимального управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.04.01 Информатика и вычислительная техника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ, ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
- ПСК-2.04 — Способен применять методы искусственного интеллекта и оптимального управления при создании (модернизации) автоматизированных систем обработки информации и управления
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		УК-1	ПСК-2.04	ОПК-1	ОПК-4
6	12	Раздел 1. Наблюдаемость. 1.1 Фундаментальная матрица сопряженной системы. 1.2. Наблюдение вектора состояния. Наблюдаемость линейных стационарной и нестационарной систем. 1.3. Основные свойства оценки. 1.4. Модальное управление при полной и неполной информации. фильтр Луенбергера.	25	6	2	4	19	20	10	20	20
6	12	Раздел 2. Стохастическая теория оценивания. 2.1 Некоторые типы случайных процессов. 2.2. Стохастическое исчисление. Дифференцирование по Ито. Интеграл Ито. 2.3. Метод наименьших квадратов. 2.4. критерий максимального правдоподобия. 2.5. Уравнение Винера-Хопфа. 2.6. Непрерывный фильтр Калмана. 2.7. Дискретный фильтр Калмана. 2.8. получение непрерывного фильтра Калмана из дискретного. 2.9. Фильтр Калмана для нелинейных систем. 2.10. Особые случаи фильтра Калмана.	36	16	6	10	20	20	30	20	20
6	12	Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация. 3.1. Линейная минимаксная фильтрация с энергетическими ограничениями. 3.2. Задача прогнозирования с энергетическими ограничениями. 3.3. Задача сглаживания с энергетическими ограничениями. 3.4. Минимаксная фильтрация с мгновенными ограничениями.	21	6	2	4	15	20	10	20	20
6	12	Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления. 4.1. Линейная стохастическая теория управления. Теорема разделения. Двойственность. 4.2. управление нелинейной системой при действии возмущений.	27	8	2	6	19	20	20	20	20
6	12	Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем. 5.1. Уравнение линеаризованного фильтра Калмана 5.2. Совмещенный синтез оптимального управления как иерархическая дифференциальная игра. 5.3. Применение теории информации к проблемам фильтрации.	35	15	5	10	20	20	30	20	20
Всего за 12 семестр			144	51	17	34	93	100	100	100	100
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Наблюдаемость.	Вычисление аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов. Инвариантность по возмущению.	2
2		Примеры на оценку наблюдаемости.	2
3	Раздел 2. Стохастическая теория оценивания.	Оценивание положения и скорости материальной точки (дискретный и непрерывный фильтры Калмана).	2
4		Управление скоростью при квадратичном сопротивлении.	2
5		Особый случай фильтра Калмана при отсутствии погрешности в измерении.	3
6		Оценка вектора состояния модели реактора.	3
7	Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация.	Система стабилизации угла тангажа.	2
8		Система самонаведения	2
9	Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления.	Фильтр Луинбергера при неполной информации	3
10		Управление реактором при действии возмущений	3
11	Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем.	Управление скоростью при квадратичном сопротивлении и действии возмущения	2
12		Коллоквиум	4

13	Прием домашнего задания	4
Всего за 12 семестр		34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Наблюдаемость.	Подготовка к практическим занятиям. Обзор литературы по домашнему заданию. Изучение рекомендуемой литературы.	19
2	Раздел 2. Стохастическая теория оценивания.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	20
3	Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	15
4	Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления.	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	19
5	Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем.	Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к сдаче домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	20
Всего за 12 семестр			93

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
12					Вопр. Экз	ДР	Вопр. Экз			ДР		Вопр. Экз				ДР	Колл

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- ДЗ – домашнее задание;
- Колл – коллоквиум.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Козлов. . Системы автоматического управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 1979, 10 экз.
2. С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997, 55 экз.
3. С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 71 экз.
4. С. А. Кабанов, А. А. Александров. Прикладные задачи оптимального управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 145 экз.
5. С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 41 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
5. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
6. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Проектор.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *09.04.01 Информатика и вычислительная техника*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ"* им. Д.Ф. Устинова кафедрой *И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-1 способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

ПСК-2.04 способность применять методы искусственного интеллекта и оптимального управления при создании (модернизации) автоматизированных систем обработки информации и управления;

ОПК-1 способность самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте;

ОПК-4 способность применять на практике новые научные принципы и методы исследований.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с оптимальным управлением в технических системах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Наблюдаемость.		
Подготовка к практическим занятиям. Обзор литературы по домашнему заданию. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях: СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997 (раздел 1.4, 2.8) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 1)	19
Итого по разделу 1		19
Раздел 2. Стохастическая теория оценивания.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 2,3) С. А. Кабанов, А. А. Александров. Прикладные задачи оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (раздел 4,6)	20
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 3.7) В. И. Козлов. . Системы автоматического управления летательными аппаратами: М.: Машиностроение, 1979 (раздел 3)	15
Итого по разделу 3		15
Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления.		
Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Управление системами на прогнозирующих моделях: СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997 (раздел 4.4.2) С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 4) С. А. Кабанов, А. А. Александров. Прикладные задачи оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (раздел 7,9)	19
Итого по разделу 4		19
Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем.		
Подготовка к коллоквиуму. Подготовка к сдаче домашнего задания. Изучение рекомендуемой литературы.	С. А. Кабанов. . Оптимизация динамики систем при действии возмущений: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (раздел 4.5, 3.6) С. А. Кабанов, А. А. Александров. Прикладные	20

	задачи оптимального управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (раздел 6,7,9) С. А. Кабанов, Д. С. Кабанов, Ф. В. Митин. . Расчёт аэрогидродинамических характеристик и траекторий подвижных объектов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (раздел 2)	
Итого по разделу 5		20

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- домашнее задание;
- коллоквиум;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену в УМК дисциплины.

Домашнее задание

Отчет по домашнему заданию должен содержать полное решение согласованной с преподавателем в начале семестра задачи.

Примеры домашнего задания и типовые задачи представлены в УМК в дисциплины.

Коллоквиум

Успешное прохождение коллоквиума обеспечивается при полном и правильном ответе на один вопрос из предусмотренного комплекта.

Комплект вопросов к коллоквиуму представлен в УМК дисциплины.

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуск к экзамену осуществляется при выполнении всех контрольных мероприятий в семестре.

Билет состоит из вопроса и задачи.

Оценка-"отлично" ставится при решении задачи, и полном ответе на вопрос билета.

Оценка- "хорошо" ставится при решении задачи и неполном ответе на вопрос.

Оценка -"удовлетворительно" ставится при не полном решении задачи, и не полном ответе на вопрос.

Или при выполнении в семестре всех мероприятий в семестре в срок.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %				НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		УК-1	ПСК-2.04	ОПК-1	ОПК-4	
6	12	Раздел 1. Наблюдаемость.	25	6	2	4	19	20	10	20	20	Вопросы к экзамену
6	12	Раздел 2. Стохастическая теория оценивания.	36	16	6	10	20	20	30	20	20	Вопросы к экзамену
6	12	Раздел 3. Линейная минимаксная фильтрация.	21	6	2	4	15	20	10	20	20	Вопросы к экзамену
6	12	Раздел 4. Совмещенный синтез оптимального управления.	27	8	2	6	19	20	20	20	20	Вопросы к экзамену
6	12	Раздел 5. Методы оценивания состояния нелинейных систем.	35	15	5	10	20	20	30	20	20	Домашнее задание, Коллоквиум
Всего за 12 семестр			144	51	17	34	93	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	100	100	100	