



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра математического анализа и дифференциальных уравнений



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.13 Проектирование и программирование робототехнических систем

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Математическое моделирование и программирование систем управления
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Иркутск 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели:

Изучить методы проектирования автоматизированных и автоматических систем с заданными характеристиками.

Задачи:

1. изучить принципы построения и проектирования автоматизированных и автоматических систем;
2. получить опыт применения основных методов исследования, анализа и синтеза автоматизированных и автоматических систем;
3. изучить математические методы и специализированное программное обеспечение определения характеристик автоматизированных и автоматических систем.
4. изучить методы проектирования автоматизированных и автоматических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Проектирование и программирование робототехнических систем относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.О.15 Дифференциальные уравнения,

Б1.О.16 Комплексный анализ,

Б1.В.ДВ.02.01 Технологии программирования (Б1.В.ДВ.02.02 Языки и системы программирования),

Б1.В.01 Теоретическая механика,

Б1.В.06 Имитационное моделирование.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика:

ПК-3 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по автоматизированным системам управления; решать задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач; применять методы системно.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

основные понятия, положения, принципы теории автоматического управления;

типы автоматических и автоматизированных систем, основные элементы автоматических систем;

основные принципы и математические методы анализа автоматических систем;

методы описания и математического моделирования автоматических и автоматизированных систем, методы определения их характеристик;

уметь:

применять методы теории автоматического управления при решении прикладных задач;

разрабатывать математические модели автоматических и автоматизированных систем,
анализировать свойства автоматических систем;
использовать математические методы и специализированное программное обеспечение
при решении задач проектирования автоматических и автоматизированных систем;
владеть:
навыками определения характеристик автоматических систем и решения задач
проектирования автоматических и автоматизированных систем.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самост. работа	
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия		
Тема 1. Линейные и нелинейные автоматические системы	8	6		4	8	Защита отчетов по лабораторным работам
Тема 2. Модели автоматических систем в переменных состояния	8	8		4	8	Защита отчетов по лабораторным работам
Тема 3. Синтез систем управления с обратной связью	8	8		14	6	Защита отчетов по лабораторным работам Контрольное домашнее задание (защита)
Тема 4. Робастные системы управления	8	4		4	10	Защита отчетов по лабораторным работам
Тема 5. Цифровые системы управления	8	4		4	8	Защита отчетов по лабораторным работам
Итого (7 семестр):		30		30	40	зач.с оц.

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		
Тема 1	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка отчета по практическим занятиям		8		[1], [2], [3], [4], [5]

Тема 2	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка отчета по практическим занятиям		8		[1], [2], [3], [4], [5]
Тема 3	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка отчета по практическим занятиям Подготовка и защита контрольного домашнего задания		6		[1], [2], [3], [4], [5]
Тема 4	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка отчета по практическим занятиям		10		[1], [2], [3], [4], [5]
Тема 5	Изучение теоретического материала Подготовка к практическим занятиям Подготовка отчета по практическим занятиям		8		[1], [2], [3], [4], [5]
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			40		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)					

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1.

Линейные автоматические системы. Нелинейные автоматические системы.

Тема 2.

Переменные состояния динамической системы. Дифференциальные уравнения состояния. Модели систем в переменных состояния в виде сигнального графа. Связь между передаточной функцией и уравнениями состояния. Временные характеристики и переходная матрица состояния. Дискретный способ вычисления временных

характеристик. Анализ систем управления в переменных состояниях с помощью современных средств программного обеспечения.

Тема 3.

Подходы к синтезу системы. Схемы последовательной коррекции. Синтез с применением интегрирующих устройств. Синтез с помощью диаграммы Боде и использованием аналитических методов. Управляемость. Наблюдаемость. Оптимальные системы управления. Синтез систем с помощью современных средств программного обеспечения.

Тема 4.

Робастные системы управления и чувствительность. Анализ робастности. Системы с неопределенными параметрами. Синтез робастных систем управления. ПИД-регуляторы. Синтез робастных систем с помощью современных средств программного обеспечения.

Тема 5.

Применение цифровых систем управления. Дискретные системы. Замкнутые дискретные системы. Анализ устойчивости дискретных систем. Качество дискретных систем. Замкнутые системы с цифровой коррекцией. Цифровые регуляторы. Анализ цифровых систем управления с помощью современных средств программного обеспечения.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Тема 1 Лабораторная работа 1. Тема занятия: Программное обеспечение исследования автоматических систем	4		ПК-3
Тема 2 Лабораторная работа 2. Тема занятия: Программное обеспечение анализа автоматических систем в переменных состояниях	4		
Тема 3 Лабораторная работа 3. Тема занятия: Модель автоматической системы	4		
Тема 3 Лабораторная работа 4. Тема занятия: Свойства автоматической системы	4		
Тема 3 Лабораторная работа 5. Тема занятия: Синтез автоматической системы	6		
Тема 4 Лабораторная работа 6. Тема занятия: Синтез робастной автоматической системы	6		
Тема 5 Лабораторная работа 7. Тема занятия: Синтез цифровой автоматической системы	4		

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Тема 1	Линейные автоматические системы. Нелинейные автоматические системы.	ПК-3
Тема 2	Переменные состояния динамической системы. Дифференциальные уравнения состояния. Модели систем в переменных состояния в виде сигнального графа. Связь между передаточной функцией и уравнениями состояния. Временные характеристики и переходная матрица состояния. Дискретный способ вычисления временных характеристик. Анализ систем управления в переменных состояния с помощью современных средств программного обеспечения.	ПК-3
Тема 3	Подходы к синтезу системы. Схемы последовательной коррекции. Синтез с применением интегрирующих устройств. Синтез с помощью диаграммы Боде и использованием аналитических методов. Управляемость. Наблюдаемость. Оптимальные системы управления. Синтез систем с помощью современных средств программного обеспечения.	ПК-3
Тема 4	Робастные системы управления и чувствительность. Анализ робастности. Системы с неопределенными параметрами. Синтез робастных систем управления. ПИД-регуляторы. Синтез робастных систем с помощью современных средств программного обеспечения.	ПК-3
Тема 5	Применение цифровых систем управления. Дискретные системы. Замкнутые дискретные системы. Анализ устойчивости дискретных систем. Качество дискретных систем. Замкнутые системы с цифровой коррекцией. Цифровые регуляторы. Анализ цифровых систем управления с помощью современных средств программного обеспечения.	ПК-3

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к практическому занятию. Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к зачету. Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06483-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489520> (дата обращения: 30.05.2022).
2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00799-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491122> (дата обращения: 11.05.2022).
3. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 441 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00975-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491183> (дата обращения: 30.05.2022).
4. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) : учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-1994-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205955> (дата обращения: 11.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

5. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие для вузов / А. А. Первозванский. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8780-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180825> (дата обращения: 11.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие для вузов / А. Ю. Ощепков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-8544-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177027> (дата обращения: 11.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Еремин, Е. Л. Системы автоматического управления: Лабораторный практикум (MatLab-Simulink) : учебное пособие / Е. Л. Еремин, И. Е. Еремин. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 99 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156446> (дата обращения: 11.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Молоканова Н. П. Автоматическое управление. Курс лекций с решением задач и лабораторных работ: учебное пособие -.: Форум, 2019.
9. Гальперин М.В. Автоматическое управление: учебник – М.: ИД «Форум»: Инфра-М, 2019.

10. Рачков, М. Ю. Оптимальное управление в технических системах : учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09144-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491649> (дата обращения: 30.05.2022).

11. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491186> (дата обращения: 30.05.2022).

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Единое окно к образовательным ресурсам - URL: <https://window.edu.ru> (дата обращения: 04.05.2022).
2. Открытое образование - URL: <https://openedu.ru/> (дата обращения: 11.05.2022).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование

6.2. Программное обеспечение

1. Scilab, Xcos – свободно распространяемое программное обеспечение - URL: <https://www.scilab.org/> (дата обращения: 11.05.2022).
2. Matlab, Simulink.
3. Документация Matlab - URL: <https://docs.exponenta.ru/> (дата обращения: 04.05.2022)
4. Документация Scilab - URL: <https://www.scilab.org/> (дата обращения: 04.05.2022)

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Оценочные средства текущего контроля

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции

Примеры оценочных средств текущего контроля

7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Список вопросов для промежуточной аттестации:

1. Линейные автоматические системы.
2. Нелинейные автоматические системы.
3. Переменные состояния динамической системы.
4. Дифференциальные уравнения состояния.
5. Модели систем в переменных состояния в виде сигнального графа.
6. Связь между передаточной функцией и уравнениями состояния.
7. Временные характеристики и переходная матрица состояния.
8. Дискретный способ вычисления временных характеристик.
9. Подходы к синтезу системы.
10. Схемы последовательной коррекции.
11. Синтез с применением интегрирующих устройств.
12. Синтез с помощью диаграммы Боде и использованием аналитических методов.
Управляемость.
13. Наблюдаемость.
14. Оптимальные системы управления.
15. Робастные системы управления и чувствительность.
16. Анализ робастности.
17. Системы с неопределенными параметрами.
18. Синтез робастных систем управления.
19. ПИД-регуляторы.
20. Применение цифровых систем управления.
21. Дискретные системы.
22. Замкнутые дискретные системы.
23. Анализ устойчивости дискретных систем.
24. Качество дискретных систем.
25. Замкнутые системы с цифровой коррекцией.
26. Цифровые регуляторы.

Примеры оценочных средств для промежуточной аттестации:

Разработчик: Кривель Сергей Михайлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры