

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий, экономики и управления

Кафедра «Физика и высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
информационных технологий,
экономики и управления
 И. А. Рычка
«29» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория автоматов и формальных языков»

Направление подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»

профиль:

«Разработка программно-информационных систем»

Петропавловск-Камчатский,
2025

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составители рабочей программы:

Доцент кафедры ФВМ



Э.Н. Батуев

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Физика и высшая математика» Протокол № 4 от «20» января 2025 года.

Заведующий кафедрой «Физика и высшая математика»:
«20» января 2025 г.



А.И. Задорожный

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины «Теория автоматов и формальных языков» является формирование у будущих специалистов знаний и умения применять формальные языки при анализе и управлении современными техническими системами, освоение методов математического моделирования и анализа технических систем и сигналов.

Основная задача курса «Теория автоматов и формальных языков» заключается в развитии у студентов современных форм математического мышления, умения ставить и решать сложные инженерные задачи, возникающие в профессиональной практике.

2 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1– Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций.

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижений	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-3 опк-1 Владеть: Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Знать: основные типы формальных языков и их возможности для решения сложных инженерных задач	З(ОПК-1)1
			Уметь: основные факты, понятия, определения и теоремы, алгоритмы решения типовых задач.	У(ОПК-1)1
			Владеть: применять теоретические знания для решения практических задач, применять алгоритмы, выполнять основные математические расчеты	В(ОПК-1)1

3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

В системе вузовской подготовки дисциплина «Теория автоматов и формальных языков» опирается на следующие дисциплины: «Алгебра и геометрия», «Дискретная математика».

Теоретические знания и практические навыки, сформированные у студентов в процессе изучения дисциплины «Теория автоматов и формальных языков», являются необходимыми при выполнении квалификационной работы.

4 Содержание дисциплины

4.1 Тематический план дисциплины для очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1. "Полукольца и булевы алгебры."	23	11	5	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 2. "Полукольца и булевы алгебры."	23	11	5	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 3. "Решение систем линейных уравнений в замкнутых полукольцах."	23	11	5	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 4. "Элементы теории графов."	23	11	5	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 5. "Конечные автоматы и регулярные языки."	23	11	5	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 6. "Порождающие грамматики."	23	11	5	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 7. "Конечные автоматы."	23	11	5	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 8. "Лемма о разрастании регулярных языков."	22	10	4	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 9. "Конечные автоматы с выходом. Машины Тьюринга."	22	10	4	6		12	Опрос, решение задач	
Тема 10. "Контекстно-свободные языки."	23	11	4	7		12	Опрос, решение задач	
Тема 11. "Приведенная форма КС-грамматики."	24	11	4	7		13	Опрос, решение задач	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Экзамен	72							72
Всего	324	119	51	68		133		

4.2 Тематический план дисциплины для заочной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1. "Полукольца и булевы алгебры."	27	3	1	2		24	Опрос, решение задач	
Тема 2. "Полукольца и булевы алгебры."	27	3	1	2		24	Опрос, решение задач	
Тема 3. "Решение систем линейных уравнений в замкнутых полукольцах."	27	3	1	2		24	Опрос, решение задач	
Тема 4. "Элементы теории графов."	27	3	1	2		24	Опрос, решение задач	
Тема 5. "Конечные автоматы и регулярные языки."	27	3	1	2		24	Опрос, решение задач	
Тема 6. "Порождающие грамматики."	27	3	1	2		24	Опрос, решение задач	
Тема 7. "Конечные автоматы."	28	4	2	2		24	Опрос, решение задач	
Тема 8. "Лемма о разрастании регулярных языков."	29	4	2	2		25	Опрос, решение задач	
Тема 9. "Конечные автоматы с выходом. Машины Тьюринга."	29	4	2	2		25	Опрос, решение задач	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 10. "Контекстно-свободные языки."	29	4	2	2		25	Опрос, решение задач	
Тема 11. "Приведенная форма КС-грамматики."	29	4	2	2		25	Опрос, решение задач	
Экзамен	18							18
Всего	324	38	16	22		268		18

4.3 Содержание дисциплины

Тема 1. "Полукольца и булевы алгебры."

Лекция

Элементы теории множеств, математической логики и алгебры, используемые в курсе. Полукольца. Аксиомы. Основные примеры. Коммутативные полукольца. Идемпотентные полукольца.

Основные понятия темы: полукольца

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 1.1; 1.3; 1.9; 1.10 из [3]

Тема 2. "Полукольца и булевы алгебры."

Лекция

Естественное отношение порядка в идемпотентном полукольце. Замкнутые полукольца. Основные теоремы и свойства. Примеры.

Основные понятия темы: замкнутые полукольца

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 2.14; 2.15; 2.16 из [3]

Тема 3. "Решение систем линейных уравнений в замкнутых полукольцах."

Лекция

Линейные уравнения в замкнутых полукольцах. Основная теорема о наименьшей неподвижной точке. Метод простой итерации. Решение систем линейных уравнений методом последовательного исключения. Полукольца с итерацией.

Основные понятия темы: полукольца с итерацией

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 3.3; 3.4; 3.5 из [3]

Тема 4. "Элементы теории графов."

Лекция

Основные понятия и определения. Способы представления графов. Задачи о путях во взвешенных ориентированных графах, размеченных над полукольцом с итерацией.

Основные понятия темы: граф и его свойства

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 5.15; 5.20 из [3]

Тема 5. " Конечные автоматы и регулярные языки."

Лекция

Основные понятия и примеры. Язык. Формальный язык. Синтаксис, семантика, прагматика языка. Алфавит, слово, язык. Операции над языками, алгебраические свойства.

Основные понятия темы: конечный автомат

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 7.1; 7.2; 7.3 из [3]

Тема 6. " Порождающие грамматики."

Лекция

Классификация грамматик и языков. Регулярные грамматики и регулярные выражения.

Основные понятия темы: регулярные грамматики, регулярные выражения

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 7.8; 7.9; 7.10 из [3]

Тема 7. "Конечные автоматы."

Лекция

Основные понятия и определения. Конечный автомат как ориентированный граф, размеченный над полукольцом регулярных языков. Построение регулярной грамматики по

конечному автомату. Построение конечного автомата по регулярной грамматике. Теорема о детерминизации конечного автомата. Основные следствия. Примеры.

Основные понятия темы: конечный автомат.

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания

Задачи 7.15; 7.16; 7.17 из [3]

Задачи 7.28; 7.33 из [3]

Тема 8. "Лемма о разрастании регулярных языков."

Лекция

Основная теорема. Примеры.

Основные понятия темы: регулярный язык

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 7.28; 7.35 из [3]

Тема 9. "Конечные автоматы с выходом. Машины Тьюринга."

Лекция

Структурный синтез. Канонические уравнения конечного автомата с выходом. Основные понятия и определения. Свойства. Примеры

Основные понятия темы: Канонические уравнения конечного автомата с выходом

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задача 7.14 стр. 561 из [3]

Тема 10. "Контекстно-свободные языки."

Лекция

КС-грамматики. Деревья вывода. Однозначность вывода. Основные примеры.

Основные понятия темы: КС-грамматика

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 8.1; 8.2 из [3]

Тема 11. "Приведенная форма КС-грамматики."

Лекция

Определение, свойства. Алгоритм удаления (-правил. Алгоритм удаления ценных правил. Основная теорема для КС-грамматики. Граф КС-грамматики.

Основные понятия темы: приведенная форма КС-грамматики

Практическое занятие

Форма занятия: решение типовых задач.

Задания:

Задачи 8.9; 8.10 из [3]

СРС

Изучение учебной литературы [1], [2], [3], [4], [5]

Решение задач по темам

Подготовка к модульному контролю

5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

— проработка (изучение) материалов лекций;

— чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;

— подготовка к практическим (семинарским) занятиям;

— поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, периодической печати;

— выполнение домашних заданий в форме творческих заданий, кейс-стадии, докладов;

— подготовка презентаций для иллюстрации докладов;

— выполнение контрольной работы, если предусмотрена учебным планом дисциплины;

— подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (экзамен).

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса, подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория автоматов и формальных языков» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

– перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образования
– перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

– описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

– типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;

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

6.2 Перечень вопросов к промежуточной аттестации.

1. Полукольца. Аксиомы. Примеры.
2. Идемпотентные полукольца. Отношение порядка. Теорема о точной верхней грани носителя.
3. Замкнутые полукольца. Теорема о замкнутости конечного идемпотентного полукольца. Точная верхняя грань последовательности элементов.
4. Свойства замкнутого полукольца.
5. Итерация элемента замкнутого полукольца.
6. Линейные уравнения в замкнутом полукольце. Основная теорема.
7. Решение систем линейных уравнений в замкнутом полукольце.
8. Полукольца с итерацией.
9. Булевы алгебры как частный случай идемпотентного полукольца.
10. Полурешетки и решетки. Основные понятия и примеры.
11. Графы и деревья. Основные понятия и примеры.
12. Задача построения транзитивного замыкания ориентированного графа, размеченного над полукольцом с итерацией.
13. Задача о кратчайших расстояниях в ориентированном графе, размеченном над полукольцом с итерацией.
14. Задача о перечислении путей в ориентированном графе, размеченном над полукольцом с итерацией.
15. Алфавит. Слово. Язык. Операции над языками.
16. Основная теорема о множестве языков в алфавите (алгебра $L(V)$ есть замкнутое полукольцо)
17. Порождающие грамматики. Основные понятия. Примеры.
18. Классификация грамматик и языков.
19. Регулярные языки и регулярные выражения.
20. Конечные автоматы. Основные понятия. Определение. Примеры
21. Построение регулярной грамматики по конечному автомату.
22. Построение конечного автомата по регулярной грамматике.
23. Теорема Клини
24. Алгоритм детерминизации конечного автомата.
25. Следствия из замкнутости класса регулярных языков.
26. Алгоритм минимизации конечного автомата.
27. Лемма о разрастании для регулярных языков.
28. Конечные автоматы с выходом. Основные понятия

29. Конечные автоматы с выходом. Канонические уравнения. Диаграммы.
30. Машины Тьюринга.
31. Контекстно-свободные грамматики. Деревья вывода.
32. Контекстно-свободные грамматики. Однозначности
33. Приведенная форма КС-грамматики. Алгоритм удаления λ -правил.
34. Приведенная форма КС-грамматики. Алгоритм удаления ценных правил.
35. Теорема об эквивалентности КС-грамматик.
36. Граф КС-грамматики. Теорема о достижимости.
37. Лемма о разрастании для КС-грамматик.
38. Магазинные автоматы. Основные понятия и определения. Примеры
39. Магазинные автоматы. Функции переходов. Понятия о выводе.
40. Эквивалентность магазинных автоматов и КС-грамматик.
41. Алгоритм построения МП-автомата по КС-грамматике.
42. Алгоритм построения КС-грамматики по МП-автомату
43. Теоремы об эквивалентности автоматов и грамматик.
44. Основные операции над КС-языками. Примеры
45. Теоремы о замкнутости семейства КС-языков относительно основных операций.
46. Пересечения КС-языков. Пересечение КС-языков и регулярных языков.
47. Нисходящий синтаксический анализ.
48. Восходящий синтаксический анализ.

7 Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1. Горюшкин А.П. Математическая логика и теория алгоритмов: для студентов направлений подготовки 231000.62 «Программная инженерия», 230100.62 «Информатика и вычислительная техника» – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. 2014.

7.2 Дополнительная литература

2. Игошин В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учеб. пособие. – 4-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 448 с.
3. Данко П. Е., Попов А. Г., Кожевникова Т. Я. Высшая математика в упражнениях и задачах: учеб. пособие: в 2 ч. – М.: Высшая школа, 1999
4. Игошин В.И. Математическая логика и теория алгоритмов. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 448 с

7.3 Методические указания по дисциплине

5. Горюшкин А.П. Математическая логика и теория алгоритмов: для студентов направлений подготовки 231000.62 «Программная инженерия», 230100.62 «Информатика и вычислительная техника» – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. 2014.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Библиотека «Либертариума»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.libertarium.ru/library/>
2. Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (экзамен и дифференцированный зачет).

Лекции посвящаются рассмотрению основным понятиям, наиболее важных теоретических вопросов. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Целью проведения практических занятий является закрепление знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Во время практических занятий решаются задачи по рассматриваемым в курсе лекций темам, применяются основные понятия, теоремы, свойства. Студент должен научиться решать базовые задачи по каждой теме, а также применять полученные навыки для решения реальных прикладных задач.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, например, лекция-визуализация, предполагающая подачу материала с использованием технических средств обучения с краткими комментариями демонстрируемых материалов (презентаций).

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством Интернет, используя социальные сети, специализированные программы (например, zoom), а также электронной почты;
- использование электронной информационно-образовательной среды.

10.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

1. операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
2. комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
3. программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат».

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

На кафедре имеется 4 аудитории для проведения лекционных и практических занятий.