Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра вычислительной техники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н. Томилов И. Н.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Томилов И. Н.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория формальных языков и компиляторов

Образовательная программа: 09.03.04 Программная инженерия, профиль: Технологии разработки программного обеспечения

Курс: 3, семестр : 6

Факультет автоматики и вычислительной техники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**6**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6
2	Всего часов	216
3	Всего занятий в контактной форме, час.	62
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	32
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	из них практической подготовки, час.	64
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	10
11	Самостоятельная работа, час.	154
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	КР
13	Вид аттестации	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 09.03.04 Программная инженерия

ФГОС введен в действие приказом №920 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 16.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 09.03.04 Программная инженерия

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ВТ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета автоматики и вычислительной техники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Якименко А. А.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Романов Е. Л.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-13.В/ПР Способность решать проблемы предметной области программной инженерии и информационных технологий
	ПК-13.В/ПР. 4 Знает методы и алгоритмы трансляции программного кода

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-13.В/ПР. 4 Знает методы и алгоритмы трансляции программного кода	
Имеет представление о структуре и принципах работы трансляторов	Лекции;
Знает методы и алгоритмы построения и функционирования лексических анализаторов	Лекции; Самостоятельная работа
Умеет разрабатывать системы регулярных выражений для автоматизированного построения лексических анализаторов, управляемых таблицами и управляемых графами	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знает методы и алгоритмы построения и функционирования синтаксических анализаторов	Лекции; Самостоятельная работа
Умеет разрабатывать формальные грамматики для автоматизированного построения нисходящих и восходящих синтаксиечских анализаторов	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знает способы промежуточного представления программ в виде абстрактного синтаксического дерева (АСД) и в виде постфиксной формы записи (ПФЗ)	Лекции; Самостоятельная работа
Умеет разрабатывать алгоритмы формирования внутреннего представления программы в виде абстрактного синтаксического дерева и в виде постфиксной формы записи	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знает способы представления программ в виде псевдокода и форматы псевдокодов	Лекции; Самостоятельная работа
Умеет разрабатывать алгоритмы преобразования АСД или ПФЗ в псевдокод заданного формата	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знает методы семантического анализа и оптимизации представления программы в виде псевдокода	Лекции; Самостоятельная работа
Умеет разрабатывать алгоритмы семантического анализа и оптимизации псевдокода	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знает методы генерации машинного кода	Лекции; Самостоятельная работа
Умеет разрабатывать алгоритмы генерации машинного кода	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знает методы интерпретации псевдокода	Лекции; Самостоятельная работа
Умеет разрабатывать алгоритмы интерпретации псевдокода	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Знает алгоритмы и методы трансляции программ	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Введение					

1. Введение	0,5	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Освоение основных понятий формальных языков и языков программирования, их связей с задачами автоматического анализа и эквивалентного преобразования программ с одного языка на другой. Изучение систем правил и метаязыков для определения лексики, синтаксиса и семантики формальных языков, этапов процесса трансляции и промежуточных форм представления программы в трансляторах.
Дидактическая единица: Лексический анализ					
2. Процедурные и автоматные лексические анализаторы, регулярные выражения и их использование в лексическом анализе	2	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Изучение метаязыков для определения лексики формальных языков, в частности - регулярных выражений. Правила построения регулярных выражений. Связь регулярных выражений с понятием недетерминированного конечного автомата без памяти. Алгоритм преобразования регулярного выражения в граф состояний и переходов недетерминированного конечного автомата без памяти. Типы недетерминированности и методы их устранения.
Дидактическая единица: Синтаксический анализ					

3. Синтаксический анализ, основные понятия, формальные грамматикии и их свойства	2	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Изучение основных понятий и классификации формальных грамматик. Алфавиты терминальных и нетерминальных символов. Цепочки символов, порождающие правила, понятие непосредственного вывода. Понятие правильного предложения как цепочки терминальных символов, которая может быть получена путём некоторой последовательности непосредственных выводов из начального нетерминального символа грамматики. Понятие пустой цепочки символов. Регулярные, контекстно-свободные, контекстно-зависимые и общие грамматики. Соотношение между языками и порождающими их грамматиками. Изучение свойств грамматик и их символов. Свойства нетерминальных символов грамматики. Аннулируемые, недостижимые и бесплодные нетерминалы, алгоритмы их определения. Отношения между символами грамматики. Понятие символа-предшественника. Алгоритм определения множеств предшественников для символа грамматики. Понятие множества предшественников цепочки символов, алгоритм его определения. Понятие символа-последователя и множества последователей.

4. Нисходящие методы синтаксического анализа	2	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Изучение нисходящих методов синтаксического анализа. Основной алгоритм нисходящего синтаксического анализа, критерии выбора грамматики для реализации этого алгоритма. Понятие S- и Q-грамматики и множества выбора для правила грамматики. Обобщение понятия множества выбора для замыкающих подцепочек символов правой части правила. Понятие и определение LL(1)-грамматики. Алгоритм определения принадлежности грамматики к классу LL(1). Задача преобразования LL(1)-грамматики в управляющую таблицу нисходящего синтаксического акцептора. Структура и состав управляющей таблицы, алгоритмы определения множеств выбора, адресов перехода и управляющих флажков. Алгоритм преобразования LL(1)-грамматики в управляющую таблицу. Алгоритм функционирования нисходящего синтаксического акцептора. Метод преобразования LL(1)-грамматики в программу, реализующую синтаксический анализ рекурсивным спуском. Понятие LL(k)-языков и LL(k)-грамматик. Эквивалентные преобразования грамматик с целью улучшения LL-свойств.

5. Восходящие методы синтаксического анализа	2	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Восходящий акцептор в виде конечного автомата со стековой памятью и единственным рабочим состоянием. Операции сдвига и свёртки, состояние стека автомата до и после их выполнения. Возможность уменьшения количества шагов работы автомата путём введения нескольких рабочих состояний и стека номеров состояний. Алгоритмы выполнения операций сдвига и свёртки для такого автомата. Возможность ликвидации стека символов. Задача определения множества состояний восходящего акцептора. Понятие конфигурации, связь между подмножествами конфигураций и состоянием автомата. Алгоритм построения подмножеств эквивалентных конфигураций. Разметка грамматики. Структура управляющей таблицы восходящего акцептора. Первый этап заполнения управляющей таблицы: занесение знаков операции сдвига. Формирование знаков операции свёртки, понятие конфликтов типа "сдвиг/свёртка" и "свёртка/свёртка". Понятие LR(k)-грамматик. Случай LR(0) - отсутствие конфликтов при построении управляющей таблицы. Разрешение конфликтов.

6. Преобразование программы в промежуточное внутреннее представление	2	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Понятие абстрактного синтаксического дерева и постфиксной формы записи, их связь с деревом грамматического разбора, задача преобразования последовательности лексем в постфиксную запись. Понятие грамматики действий (синтаксически управляемой или СУ-схемы), как расширения формальной грамматики, позволяющей определять операции синтаксического анализатора по формированию постфиксной записи. Задача генерации уникальных символов для преобразования в постфиксную запись структурированных управляющих конструкций языка. Обработка ошибок при синтаксическом анализе, методы нейтрализации ошибок
Дидактическая единица: Семантический анализ					

7. Основы семантического анализа	2	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Основные понятия семантики языка программирования. Атрибутные грамматики. Наследуемые и синтезируемые атрибуты. Использование атрибутных грамматик для решения задач семантического анализа. Операции, операнды и результаты. Виды переменных, наименования и значения, типы значений, классы памяти, области действия и зоны видимости, их связь с понятием блока. Статическое и динамическое связывание. Неименованные промежуточные результаты вычислений. Задача преобразования постфиксной записи в последовательность тетрад. Состав и структура таблицы идентификаторов, операции над таблицей при обработке входа в блок и выхода из блока. Задача проверки правильности употребления наименований объектов (операций, операндов и результата) в последовательности тетрад. Обработка семантических ошибок.
Дидактическая единица: Оптимизация, генерация кода и интерпретация					
8. Алгоритмы оптимизации псевдокода	2	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Цели и задачи оптимизации транслируемой программы. Оптимизация по занимаемой памяти и по времени выполнения. Методы оптимизации. Выявление зависимостей по обрабатываемым данным между операциями. Изменение порядка вычислений, вынос инвариантных операций из циклов.

9. Алгоритмы генерации объектного кода	2	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Генерация псевдокода и связанные с этим задачи распределения памяти транслируемой программы. Статические и динамические объекты, формирование относительных адресов объектов разных классов памяти. Методы вычисления исполнительных адресов для доступа к собственным и к внешним объектам. Методы управления памятью при рекурсивном вызове функций. Передача параметров.
10. Интерпретация псевдокода	1	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Отличия интерпретаторов от компиляторов. Внутреннее представление программы для интерпретации. Хранение обрабатываемых данных.
Дидактическая единица: Заключение					
11. Заключение	0,5	0	0	ПК-13.В/ПР.4	Место трансляторов в системном программном обеспечении. Направления их дальнейшего развития.

Темы лабораторных работ	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Лексический анализ					
1. Конечные автоматы без памяти, управляемые таблцами переходов, в качестве лексических анализаторов	4	8	2	ПК-13.В/ПР.4	Изучение правил построения регулярных выражений и связи регулярных выражений с понятием недетерминированного конечного автомата без памяти. Алгоритм преобразования регулярного выражения в управляющую таблицу детерминированного конечного автомата без памяти.

2. Конечные автоматы без памяти, управляемые графами состояний и переходов, в качестве лексических анализаторов	4	8	2	ПК-13.В/ПР.4	Альтернативные способы представления конечных автоматов без памяти. Алгоритм преобразования системы регулярных выражений в граф состояний и переходов детерминированного конечного автомата без памяти.
Дидактическая единица: Синтаксический анализ					
3. Формальные грамматики	4	8	2	ПК-13.В/ПР.4	Освоение технологии разработки формальных грамматик для определения правил синтаксиса формального языка.
4. Нисходящие синтаксические анализаторы	4	8	2	ПК-13.В/ПР.4	Изучение методов преобразования LL(1)-грамматик в нисходящие синтаксические акцепторы.
5. Восходящие синтаксические анализаторы	4	8	2	ПК-13.В/ПР.4	Изучение методов построения LR(0), SLR(1), LALR(1) и LR(1) конечных автоматов со стековой памятью для восходящего синтаксического анализа.
6. Внутреннее промежуточное представление программы	4	8	2	ПК-13.В/ПР.4	Разработка совокупности действий для преобразования заданной программы на учебном языке в постфиксную форму записи.
Дидактическая единица: Семантический анализ					
7. Элементы семантического анализа	4	8	3	ПК-13.В/ПР.4	Изучение и разработка алгоритмов семантического анализа промежуточного представления программы.
Дидактическая единица: Оптимизация, генерация кода и интерпретация					
8. Генерация объектного кода и интерпретация	4	8	3	ПК-13.В/ПР.4	Исследуются генератор кода и интерпретатор псевдокода

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Конечные автоматы без памяти, управляемые таблцами переходов, в качестве лексических анализаторов	Лб	Выполняет следующие виды работ: разработка системы регулярных выражений для определения лексики заданного варианта языка программирования

2	Конечные автоматы без памяти, управляемые графами состояний и переходов, в качестве лексических анализаторов	Лб	Выполняет следующие виды работ: разработка алгоритма преобразования системы регулярных выражений в детерминированный конечный автомат бекз памяти
3	Формальные грамматики	Лб	Выполняет следующие виды работ: разработка формальной грамматики для заданного варианта языка программирования
4	Нисходящие синтаксические анализаторы	Лб	Выполняет следующие виды работ: разработка алгоритма преобразования LL(1)-грамматики в нисходящий синтаксический акцептор.
5	Восходящие синтаксические анализаторы	Лб	Выполняет следующие виды работ: разработка истории работы восходящего синтаксического анализатора
6	Внутреннее промежуточное представление программы	Лб	Выполняет следующие виды работ: формирование ПФЗ и АСД
7	Элементы семантического анализа	Лб	Выполняет следующие виды работ: ручной семантический анализ заданного фрагмента программы
8	Генерация объектного кода и интерпретация	Лб	Выполняет следующие виды работ: выполняется разработка простейшего генератора кода или интерпретатора псевдокода

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Курсовая работа	ПК-13.В/ПР.4	90	6
Разработка транслятора-интерпретатора для заданного варианта учебного языка программирования: Малявко А. А. Системное программное обеспечение. Языки программирования и методы трансляции [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2011].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156341.- Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	ПК-13.В/ПР.4	64	4
Изучение основной и дополнительной литературы по темам занятий: Малявко А. А. Теория формальных языков и компиляторов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2016].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232650.- Загл. с экрана.				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:a.malyavko@corp.nstu.ru; Личный типовой сайт:http://vt.cs.nstu.ru/~malyavko
Консультирование	e-mail:a.malyavko@corp.nstu.ru; Среда электронного обучения НГТУ:https://dispace.edu.nstu.ru
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ:https://dispace.edu.nstu.ru

Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт:http://vt.cs.nstu.ru/~malyavko; Среда электронного обучения НГТУ:https://dispace.edu.nstu.ru

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	**Максимальный балл**
Семестр: 6	
Лабораторная:	60
Курсовая работа:	100

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	**Индикаторы достижения компетенций**	**Формы контроля**	
			Защита КП/КР
ПК-13.В/ПР	ПК-13.В/ПР 4. Знает методы и алгоритмы трансляции программного кода		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Малявко А. А. Формальные языки и компиляторы : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки 230100 'Информатика и вычислительная техника'] / А. А. Малявко.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.- 429, [1] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184529

2. Малявко А. А. Системное программное обеспечение. Формальные языки и методы трансляции. [В 3 ч.]. Ч. 1 : [учебное пособие] / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. автоматики и вычисл. техники.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010.- 99, [2] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000143812

3. Малявко А. А. Системное программное обеспечение. Формальные языки и методы трансляции. [В 3 ч.]. Ч. 2 : [учебное пособие] / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011.- 158, [1] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000155235

4. Малявко А. А. Системное программное обеспечение. Формальные языки и методы трансляции. [В 3 ч.]. Ч. 3 : [учебное пособие] / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012.- 118, [1] с. : ил., табл.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000170641

Дополнительная литература

1. Шорников Ю. В. Теория и практика языковых процессоров : учебное пособие / Ю. В. Шорников.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.- 207 с. : ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000044379

2. Малявко А. А. Формальные языки и компиляторы : [учебник] / А. А. Малявко.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013.- 429, [1] с. : табл., ил.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000181694

Интернет-ресурсы

1. Сайт Lисциплина "Теория формальных языков и компиляторов" : сайт. – URL: http://vt.cs.nstu.ru/~malyavko/TFL&C/index.html (дата обращения: 25.09.2023). – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Малявко А. А. Теория формальных языков и компиляторов [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2016].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232650.- Загл. с экрана.

2. Малявко А. А. Системное программное обеспечение. Языки программирования и методы трансляции [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Малявко ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск, [2011].- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156341.- Загл. с экрана.

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Лабораторный практикум и курсовое проектирование Малявко Александр Антонович Учебный пакет автоматизации проектирования трансляторов "Вебтранслаб"

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс с рабочими станциями Грид-системы № 1	Изучение сетевых технологий