

## Домашнее задание по курсу "Парадигмы Программирования" Средства языков Лисп и Схема

Свободный выбор варианта (одного из 13), выбранный вариант согласуется по почте с  
**Груздевой Надеждой Валерьевной:** [nadezda.v.gruzdeva@gmail.com](mailto:nadezda.v.gruzdeva@gmail.com)

Программа может составляться либо на языке Лиспе, либо на языке Схема, по желанию.

Выполненное задание сдается в системе moodle, детали будут сообщены позднее

**Срок выполнения задания (дедлайн) – 01 ноября включительно, 23.55**

### Замечания:

1. Сдача программы после дедлайна влечет потерю баллов.
2. После проверки программы преподавателем часто требуется ее доработка. Исправление ошибок и недочетов возможно только ДО дедлайна, поэтому рекомендуется заблаговременная сдача программы.
3. При разработке программы следует продумать и использовать **внутреннее представление** обрабатываемых символьных выражений (формул и т.п.)
4. Выставленный балл учитывает качество программы, включая использованные языковые средства. За более полные решения могут быть добавлены баллы.

### Вариант ЛФ: Проверка и преобразование логических формул

Рассматриваются формулы алгебры логики, в которых используются логические константы true и false, логические переменные и операции: отрицания ( $\neg$ ), конъюнкции ( $\&$ ), дизъюнкции ( $\vee$ ), импликации ( $\>$ ), а также круглые скобки. В качестве имен переменных берутся латинские буквы. К примеру, логической формулой является запись  $A > \neg (B \& \neg C \vee D) \& (C > \text{true})$ .

Порядок выполнения операций в формуле алгебры логики определяется согласно общепринятому приоритету логических операций и скобкам. Импликация имеет меньший приоритет, чем логическое отрицание, конъюнкция и дизъюнкция.

Дизъюнктивной нормальной формой (ДНФ) называется логическая формула, представляющая собой дизъюнкцию из нескольких формул – элементарных конъюнкций. *Элементарной конъюнкцией* является конъюнкция нескольких переменных или их отрицаний.

ДНФ называется *правильной*, если каждая ее элементарная конъюнкция не содержит повторных вхождений одной переменной. Правильная ДНФ называется *совершенной*, если каждая элементарная конъюнкция содержит вхождения всех переменных булевой функции.

Аналогично определяются понятия конъюнктивной нормальной формы (КНФ), правильной и совершенной КНФ. Незначащие скобки в нормальных формах не ставятся.

Для упрощения выполнения задания предполагается, что в записи исходного логического выражения знаки операций, константы и переменные разделяются пробелами, а само выражение заключается в круглые скобки (чтобы сделать его лисповским списком и тем самым облегчить его ввод и обработку), например:  $(A > \neg (B \& \neg C \vee D) \& (C > \text{true}))$ .

**ЛФ.1** (7 баллов) Проверить, является ли заданная ДНФ (или КНФ) совершенной.

**ЛФ.2** (7 баллов) По заданной КНФ (или ДНФ)  $\alpha$  построить ДНФ (или КНФ) ее отрицания  $\neg\alpha$

**ЛФ.3** (8-9 баллов) Проверить, является ли заданная логическая формула ДНФ (или КНФ)?  
Правильной ДНФ (или КНФ)? Совершенной?

**ЛФ.4** (9 баллов) Упростить заданную логическую формулу так, чтобы в ней не было констант и импликаций, а знак отрицания встречался непосредственно перед переменными.

### Вариант ОП: Операции с полиномами

Рассматриваются полиномы от одной однобуквенной переменной. Полином представляет собой сумму/разность нескольких одночленов. В качестве одночлена может быть целое число, а также произведение целого числа и целой степени переменной (степень, равная единице, не записывается). Знак операции умножения в записи полинома опускается. Например, полиномом является запись  $x - 15x^3 + 2$ .

Полином называется *приведенным*, если он не содержит подобных одночленов. Приведенным является полином  $x^3 + 2 + 7x^5$ ; полином же  $x - 7 + 3x + 2$  приведенным не является.

**ОП.1** (7 баллов) Заданный полином преобразовать в приведенный и расположить его одночлены в порядке возрастания их степеней.

**ОП.2** (8 баллов) По заданному полиному и одночлену построить приведенный полином, который является их произведением.

**ОП.3** (9 баллов) По двум заданным полиномам построить приведенный третий полином, который является произведением двух исходных.

**ОП.4** (9 баллов) По двум заданным полиномам  $P$  и  $Q$  построить рациональное выражение  $P/Q$  и при возможности провести его упрощение: сократить на общий множитель, представляющий собой число или некоторую степень с числовым множителем.

*Методические указания:*

При выполнении задания рекомендуется начать с упрощённого решения задачи, при котором в записи исходного полинома/полиномов знаки арифметических операций, числа и переменные разделяются пробелами, а само выражение заключается в круглые скобки (чтобы сделать его списковым списком и тем самым облегчить его ввод и обработку, например:

$(8 \times - 15 \times \uparrow 3 + 2)$ . Затем программа дорабатывается с применением встроенных функций (см. учебное пособие), чтобы входной полином/полиномы задавались как строки (без объёмлющих скобок, знаки операций, имена переменных и числа могут быть записаны слитно).

### **Вариант ЛБ: Поиск в лабиринте**

Лабиринт состоит из входа, выхода и комнат, соединённых проходами (у каждой комнаты имеется не менее одного прохода в соседние комнаты). Вход и выход единственны и соединены с не более чем двумя комнатами. Предполагается, что лабиринт проходим, т.е. существует хотя бы один путь по проходам лабиринта, соединяющий его вход и выход.

При записи лабиринта его комнаты идентифицируются номерами, вход и выход кодируются знаками IN и OUT, а также указываются все пары комнат, соединённых проходом. Лабиринт представляется как списковый список из проходов между комнатами (включая вход и выход), а путь – как список номеров пройденных комнат.

Например, для лабиринта ((1 2) (2 4) (IN 1) (IN 3) (1 3) (4 5) (5 OUT)) один из возможных путей – (IN 3 1 2 4 5 OUT).

**ЛБ.1** (7 баллов) Найти все различные пути в заданном лабиринте, ведущие от входа к выходу, и их длины (= число переходов между комнатами); также найти кратчайший путь в лабиринте.

**ЛБ.2** (7 баллов) Определить, есть ли путь в лабиринте, не проходящий через несколько заданных комнат, считающихся опасными.

**ЛБ.3** (8 баллов) Определить, во все ли комнаты данного лабиринта можно попасть, двигаясь от входа/выхода (т.е. находящиеся на одном из путей от входа к выходу). Найти все комнаты лабиринта, не достижимые из его входа/выхода.

**ЛБ.4** (8 баллов) Определить, можно ли засыпать какой-нибудь проход между комнатами заданного лабиринта так, чтобы лабиринт стал непроходимым (т.е. нельзя его пройти от входа до выхода).

### **Вариант ТФ: Межъязыковая трансляция функциональных программ (8-9 баллов)**

Преобразовать (оттранслировать) программу, написанную на подмножестве языка Scheme, в эквивалентную программу на языке Лисп (Common Lisp). Подмножество включает логические константы #f, #t, встроенные формы define, quote, cond, if, let, встроенные функции cons, list, селекторы head, tail, car, cdr и их суперпозиции, предикаты atom?, list?, null?, eq?, equal?, pair?, логические функции or, and, not, функционалы map, foldl, foldr, а также другие встроенные функции и спецформы (общее их число – не менее 20-25).

Преобразуемая программа на языке Scheme может содержать вспомогательные функции. Предполагается, что в преобразуемой Scheme-программе отсутствуют грубые синтаксические ошибки: нарушение баланса скобок, ошибки в записи чисел и переменных, а также ошибки в употреблении встроенных функций и спецформ.