

# **Список вопросов и типовых задач к экзамену по курсу «Основы кибернетики» (весенний семестр 2014-2015 уч. г.; 320-328 гр.)**

## **I. Основные вопросы, входящие в экзаменационные билеты**

1. Представление функций алгебры логики (ФАЛ) дизъюнктивными нормальными формами (ДНФ) и его «геометрическая» интерпретация. Совершенная ДНФ и критерий единственности ДНФ. См. [1: гл.1, §§2,5].
2. Сокращённая ДНФ и способы её построения [1: гл.1, §3].
3. Тупиковая ДНФ, ядро и ДНФ пересечение тупиковых. ДНФ Квайна, критерий вхождения простых импликант в тупиковые ДНФ и его локальность. См. [1: гл.1, §4].
4. Особенности ДНФ линейных и монотонных ФАЛ. Функция покрытия, таблица Квайна и построение всех тупиковых ДНФ. См. [1: гл.1, §§5,6].
5. Градиентный алгоритм и оценка длины градиентного покрытия, лемма о «протыкающих» наборах. Использование градиентного алгоритма для построения ДНФ. См. [1: гл.1, §6].
6. Задача минимизации ДНФ. Поведение функции Шеннона и оценки типичных значений для ранга и длины ДНФ [1: гл.1, §7].
7. Алгоритмические трудности минимизации ДНФ и оценки максимальных значений некоторых связанных с ней параметров [1: гл.1, §§1,3,7]. Теорема Ю.И. Журавлёва о ДНФ сумма минимальных [1: гл.1, §5].
8. Формулы и способы их задания, эквивалентность формул и функционалы их сложности [1: гл.1, §1, гл.3, §1]. Оптимизация подобных формул по глубине [1: гл.2, §2].
9. Схемы из функциональных элементов (СФЭ) и операции их приведения. Оценка числа формул и СФЭ в базисе  $B_0 = \{\wedge, \vee, \neg\}$ . См. [1: гл.2, §§2,3].
10. Контактные схемы (КС) и  $\pi$ -схемы, моделирование формул и  $\pi$ -схем. Оценки числа КС и числа  $\pi$ -схем, особенности функционирования многополюсных КС. См. [1: гл.2, §§5,6].
11. Эквивалентные преобразования формул с помощью тождеств. Полнота системы основных тождеств для эквивалентных преобразований формул базиса  $B_0$ . См. [1: гл.3, §2].
12. Эквивалентные преобразования СФЭ и моделирование с их помощью формульных преобразований. Моделирование эквивалентных преобразований формул и схем в различных базисах, теорема перехода. См. [1: гл.3, §§1,3].
13. Эквивалентные преобразования КС. Основные тождества, вывод вспомогательных и обобщённых тождеств. См. [1: гл.3, §4].
14. Полнота системы основных тождеств. Отсутствие конечной полной системы тождеств в классе всех КС. См. [1: гл.3, §5].
15. Задача синтеза. Методы синтеза схем на основе ДНФ и связанные с ними верхние оценки сложности функций. См. [1: гл.4, §1].
16. Нижние оценки сложности ФАЛ, реализация некоторых ФАЛ и минимальность некоторых схем. См. [1: гл.4, §2], [7: §7].
17. Разложение ФАЛ и операция суперпозиции схем. Корректность суперпозиции для некоторых типов схем, разделительные КС и лемма Шеннона. См. [1: гл.2, §§6,7].
18. Каскадные КС и СФЭ. Метод каскадов и примеры его применения, метод Шеннона. См. [1: гл.4, §3].
19. Нижние мощностные оценки функций Шеннона, их обобщение на случай синтеза схем для ФАЛ из специальных классов [1: гл.4, §4].
20. Дизъюнктивно-универсальные множества ФАЛ. Асимптотически наилучший метод О.Б. Лупанова для синтеза СФЭ в базисе  $B_0$ . См. [1: гл.4, §5].
21. Регулярные разбиения единичного куба и моделирование ФАЛ переменными. Асимптотически наилучший метод синтеза формул в базисе  $B_0$ . См. [1: гл.4, §6].
22. Асимптотически наилучший метод синтеза КС. Синтез схем для ФАЛ из некоторых специальных классов. См. [1: гл.4, §§7,5].
23. Синтез схем для некоторых дешифраторов и мультиплексоров. Поведение функции Шеннона для глубины ФАЛ [1: гл.4, §6].
24. Задача контроля схем и тесты для таблиц. Построение всех тупиковых тестов, оценки длины диагностического теста. См. [1: гл.1, §8].
25. Самокорректирующиеся КС и методы их построения. Асимптотически наилучший метод синтеза КС, корректирующих 1 обрыв (1 замыкание). См. [4: §7], [2: ч. III, р. 2, §1].

## **II. Дополнительные вопросы**

26. Полиномиальная сводимость языков. Классы Р и NP, NP-полнота, формулировка теоремы Кука. Примеры NP-полных проблем. См. [6:§§4.1,4.5-4.8].
27. Некоторые модификации основных классов схем (BDD, вычисляющие программы, схемы на КМОП-транзисторах и др.), связанные с программно-аппаратной реализацией ФАЛ. См. [1:гл.2,§§4,6,7].
28. Реализация автоматных функций схемами из функциональных элементов и элементов задержки, схемы с «мгновенными» обратными связями. См. [7:§8], [2: ч. I, р. I, гл. 3, §§2-3].

## **III. Типовые задачи к экзамену**

1. По заданной ФАЛ построить её сокращённую ДНФ, ДНФ Квайна, ДНФ сумма тупиковых, все тупиковые ДНФ.
2. По заданной формуле построить подобную ей формулу минимальной глубины.
3. По заданной формуле с поднятыми отрицаниями построить моделирующую её  $\pi$ -схему и обратно.
4. По заданным эквивалентным формулам или КС построить эквивалентное преобразование, переводящее их друг в друга с помощью основных тождеств.
5. По данной каскадной КС построить инверсную каскадную КС.
6. По заданной ФАЛ с помощью простейших методов, метода каскадов или метода Шеннона построить реализующую её СФЭ или КС.
7. Оценить сверху и снизу сложность конкретной ФАЛ или сложность самой сложной ФАЛ из заданного множества в заданном классе схем.
8. По заданной КС построить эквивалентную ей самокорректирующуюся КС.
9. По заданной таблице или КС и списку её неисправностей построить все тупиковые проверяющие (диагностические) тесты.

## **IV. Литература**

### **Основная:**

1. Ложкин С.А. Лекции по основам кибернетики. – М.: МГУ, 2004. (Электронные версии лекций последних лет можно найти по адресу [http://mk.cs.msu.ru/index.php/Основы\\_кибернетики\\_\(3-й\\_поток\)](http://mk.cs.msu.ru/index.php/Основы_кибернетики_(3-й_поток)))
2. Яблонский С.В. Элементы математической кибернетики. – М.: Высшая школа, 2007.
3. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. – М.: Наука, 1986.
4. Алексеев В.Б., Вороненко А.А., Ложкин С.А., Романов Д.С., Сапоженко А.А., Селезнёва С.Н. Задачи по курсу «Основы кибернетики». – М.: МГУ, 2011.
5. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
6. Алексеев В.Б. Введение в теорию сложности алгоритмов. – М.: Изд-во МГУ, 2002.

### **Дополнительная:**

7. Алексеев В.Б., Ложкин С.А. Элементы теории графов, схем и автоматов. – М.: МГУ, 2000.
8. Дискретная математика и математические вопросы кибернетики. – М.: Наука, 1974.
9. Ложкин С.А., Марченко А.М. Математические модели и методы синтеза СБИС. (<http://mk.cs.msu.ru/images/8/87/Lozhkin-Marchenko-VSLI-models.pdf>)
10. Лупанов О.Б. Асимптотические оценки сложности управляющих систем. – М.: МГУ, 1984.
11. Нигматулин Р.Г. Сложность булевых функций. – М.: Наука, 1991.

## **Порядок проведения экзамена по курсу «Основы кибернетики»**

В соответствии с объявленными в начале семестра правилами, по результатам контрольных работ с учётом посещаемости студентов, их работы на лекциях и семинарах, а также самостоятельной работы каждому из них выставляется предварительная оценка.

Для студентов, имеющих предварительную оценку «5», экзамен проводится в форме общего собеседования по программе курса на определения, формулировки утверждений и идеи их доказательства, методы решения задач.

Для студентов, имеющих предварительную оценку «2», экзамен представляет собой письменный тест-контрольную из 9-10 вопросов и задач продолжительностью 2 астрономических часа. Данный тест могут по желанию писать и студенты, имеющие оценку «3-», но их итоговая оценка в этом случае будет не больше «3».

Все остальные студенты (с предварительной оценкой «3-», «3» и «4») получают билет с двумя вопросами и одной задачей и после 15-20 минутной подготовки отвечают на него сначала на уровне определений, формулировок утверждений и идеи их доказательства, а также методов решения задач. Затем студент, по усмотрению экзаменатора, должен раскрыть те или иные детали доказательства утверждений из вопросов билета по конспектам или иным источникам, а также полностью или частично решить задачу билета в течение выделенного специально для этого времени. Студенты, набравшие не менее 80% от суммы баллов по задачам тестов-контрольных соответствующего раздела, то есть получившие по ним оценку «5», от решения билетной задачи данного типа освобождаются. Последний этап экзамена представляет собой описанное выше общее собеседование по другим вопросам или задачам программы.

В соответствии с принятыми правилами итоговая экзаменационная оценка не может превосходить предварительную оценку больше, чем на один балл. Студент, который имеет предварительную оценку «3» или «4» и не претендует на более высокую итоговую оценку, сдаёт экзамен, как правило, по упрощённой процедуре (в форме собеседования по билету и программе без предварительной подготовки) с целью подтверждения этой оценки.