

Курс «Элементы теории дискретных управляющих систем» для бакалавров (интегрированных магистров) направления 01400 «Прикладная математика и информатика» профиля «Математические методы обработки информации и принятия решений» кафедры математической кибернетики

**1. Общая информация
(учебная нагрузка, формы контроля и др.)**

Курс является обязательным для всех бакалавров (интегрированных магистров) кафедры математической кибернетики.

Он читается в 6 семестре в объёме 32 часов лекций, сопровождаемых 16 часами семинарских занятий, и завершается экзаменом, на который выносятся как теоретические вопросы, изложенные на лекциях, так и задачи, рассмотренные на семинарских занятиях.

В разделах 2-7 данного описания приводится подробная информация о содержании курса, программах и планах его изучения в 2013-2014 уч. году, методических материалах, а в разделах 8 и 9 – об особенностях организации учебного процесса, формах и сроках проведения контрольных мероприятий.

В соответствии с этими планами в течение семестра проводятся 1 основная (на 2 часа) и, возможно, несколько промежуточных (до 1 часа) тестов (контрольных). Кроме того, некоторые вопросы данного курса включаются в контрольные №1 и №2 по курсу «Основы кибернетики». По результатам указанных тестов (контрольных) с учётом посещаемости студентов, их работы на лекциях и семинарах, а также самостоятельной работы (см. раздел 8) выставляется предварительная оценка, которая играет существенную роль при формировании окончательной оценки на экзамене (см. раздел 9).

Чтение курса обеспечивается кафедрой математической кибернетики, лектор 2013-2014 уч. года – профессор Ложкин С.А. (lozhkin@cs.msu.su), преподаватель семинарских занятий – к.ф.-м.н. Нагорный А.С.

2. Аннотация

Курс «Элементы теории дискретных управляющих систем» читается параллельно с курсом «Основы кибернетики» и является дополнением последнего курса. Он посвящён более глубокому изучению ряда моделей, методов и результатов теории дискретных управляющих систем (УС), связанных с задачей схемной или структурной реализации дискретных функций и алгоритмов.

В нём рассматриваются дополнительные вопросы минимизации дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ), массового и индивидуального синтеза УС. В программу курса входят, в частности, результаты о длине цепи в единичном кубе и о длине кратчайшей ДНФ для почти всех функций алгебры логики, а также об асимптотике функции Шеннона для сложности формул и схем из функциональных элементов в произвольном базисе.

3. Программа

I. Дополнительные главы минимизации ДНФ

Длина цепи в единичном кубе и максимальные значения протяженности ДНФ. Особенности ДНФ типичных функций алгебры логики (ФАЛ) и оценки длины кратчайшей ДНФ у почти всех ФАЛ. Полуэффект Шеннона для ранга и длины ДНФ.

II. Асимптотически наилучшие методы синтеза формул и схем из функциональных элементов (СФЭ) в произвольном базисе, схем проводящего типа

Некоторые модификации контактных схем (КС) итеративные КС (ИКС), верхние оценки числа проводящих схем различных типов, формул и СФЭ в произвольном базисе, нижние мощностные оценки соответствующих функций Шеннона. Асимптотически наилучшие методы синтеза ИКС, формул и СФЭ в произвольном базисе.

III. Синтез схем для некоторых специальных ФАЛ и оценки их сложности

Нижние оценки сложности реализации «больших» систем ФАЛ в классе КС, асимптотика сложности универсального контактного многополюсника. Метод забывающих констант и забываемые множества переменных. Асимптотика сложности мультиплексора в некоторых классах схем, сложность линейной ФАЛ в классе СФЭ.

4. Предварительный список вопросов к экзамену по курсу «Элементы теории дискретных управляющих систем» (весенний семестр 2013-2014 уч. года; 318 группа), ориентировочный график их изучения на лекциях.

I. Дополнительные главы минимизации дизъюнктивных нормальных форм

1. Максимальная длина цепи в единичном кубе. См. [8:разд.3,§2]. – 14.02.
2. Размерность и особенности структуры граней типичной ФАЛ. См. [8:разд.3,§8]. – 21.02.
3. Верхние оценки длины кратчайшей ДНФ типичной ФАЛ, получаемые с помощью градиентного алгоритма. См. [8:разд.3,§11]. – 26.02.
4. Полуэффект Шеннона для ранга и длины ДНФ. См. [10:гл.5,§4]. – 12.03.

II. Асимптотически наилучшие методы синтеза формул и схем из функциональных элементов в произвольном базисе, схем проводящего типа

5. Формулы и СФЭ в произвольном базисе, функционалы их сложности и основные соотношения между этими функционалами. Верхняя оценка числа формул и СФЭ. См. [1:гл.2,§4], [2:гл.1,§2]. – 19.03.
6. Некоторые модификации контактных схем (КС), итеративные КС (ИКС). Верхние оценки числа схем контактного типа. См. [1:гл.2,§7], [2:гл.1,§1]. – 09.04.
7. Нижние мощностные оценки функции Шеннона для сложности схем контактного типа, для сложности и задержки формул и СФЭ в произвольном базисе. См. [1:гл.4,§4], [2:гл.1,§§1,2]. – 11.04.
8. Обобщённое разложение мультиплексорных и произвольных ФАЛ. Универсальные множества ФАЛ и их построение. См. [2:гл.1,§§3,7]. – 16.04.
9. Асимптотически наилучшие методы синтеза СФЭ в произвольном базисе и ИКС. См. [1:гл.4,§8], [2:гл.1,§5]. – 18.04.
10. Асимптотически наилучший метод синтеза формул в произвольном базисе. См. [1:гл.4,§8], [2:гл.1,§6]. – 21.04.
11. Поведение функции Шеннона для задержки ФАЛ в произвольном базисе. Построение формул и СФЭ асимптотически оптимальных как по сложности, так и по задержке. См. [2:гл.1,§8]. – 23.04.

III. Синтез схем для некоторых специальных ФАЛ и оценки их сложности

12. Реализация «больших» систем ФАЛ в классе КС и нижние оценки её сложности. Асимптотика сложности универсального контактного многополюсника. См. [2:гл.2,§1]. – 25.04.
13. Метод забывающих констант и незабываемые множества переменных ФАЛ. Асимптотика сложности мультиплексора в некоторых классах схем. См. [2:гл.2,§2]. – 26.03.
14. Сложность линейной ФАЛ в классе СФЭ. См. [10:гл.8,§2], [2:гл.2,§3]. – 07.05.

5. Типовые задачи к экзамену

I. Задачи на ДНФ

II. Задачи на асимптотически наилучшие методы синтеза

1. Получение верхних оценок числа схем из заданного класса и установление нижних мощностных оценок соответствующих функций Шеннона.
2. Построение универсальных множеств ФАЛ.
3. Нахождение обобщённого разложения заданной ФАЛ.
4. Получение асимптотически точных верхних оценок функций Шеннона для сложности схем из заданного класса.

III. Задачи на индивидуальную сложность ФАЛ

1. Получение нижних оценок сложности ФАЛ с помощью метода забывающих констант.
2. Получение нижних оценок сложности систем ФАЛ в классе КС.

6. Темы семинарских занятий и даты их проведения

Семинар 1 (17.III)

Некоторые вопросы ДНФ.

Семинар 2 (11.IV)

Верхние оценки числа схем и нижние мощностные оценки функций Шеннона для сложности схем из некоторых классов.

Семинар 3 (14.IV)

Верхние оценки числа схем и нижние мощностные оценки функций Шеннона для сложности схем из некоторых классов. (1 час).

Семинар 4 (18.IV)

Построение универсальных множеств и обобщённых разложений.

Семинар 5 (25.IV)

Получение асимптотически точных верхних оценок функций Шеннона для сложности схем из некоторых классов.

Семинар 6 (07.V)

Оценки сложности реализации «больших» систем ФАЛ в классе КС.

Семинар 7 (02.IV)

Применение метода забывающих констант.

Семинар 8 (16.V)

Итоговое занятие. Консультация.

7. Литература

Основная:

1. Ложкин С.А. Лекции по основам кибернетики. – М.: МГУ, 2004.

2. Ложкин С.А. Дополнительные главы кибернетики и теории управляющих систем. (Электронные версии последних лет можно найти по адресу [http://mk.cs.msu.ru/index.php/Дополнительные главы кибернетики и теории управляющих систем](http://mk.cs.msu.ru/index.php/Дополнительные_главы_кибернетики_и_теории_управляющих_систем))
3. Яблонский С.В. Элементы математической кибернетики. – М.: Высшая школа, 2007.
4. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. – М.: Наука, 1986.
5. 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.
6. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.

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. Лупанов О.Б. Асимптотические оценки сложности управляющих систем. – М.: МГУ, 1984.
10. Нигматулин Р.Г. Сложность булевых функций. – М.: Наука, 1991.

8. Особенности организации и контроля аудиторной и самостоятельной работы студентов.

Данный вариант курса «Основы кибернетики» является достаточно сложным и объёмным математическим курсом, усвоение которого требует от студентов полноценной и регулярной как аудиторной, так и самостоятельной работы, что невозможно без чёткой организации занятий, строгой дисциплины и систематического контроля. При этом предполагается, что в рамках самостоятельной работы¹ студенты не только прорабатывают пройденный материал, но и *знакомятся с материалом предстоящей лекции или семинара.*

Для контроля за освоением программы курса, уже говорилось, в течение семестра проводятся 1 основная (на 2 часа) и, возможно, несколько промежуточных (до 1 часа) тестов (контрольных) на знание и понимание определений, формулировок утверждений и т.п., а также на умение решать задачи. Планируется, кроме того, осуществлять систематический (выборочный) контроль за работой студентов как на семинарах, так и на лекциях. Все контрольные проводятся в рамках лекционного расписания по следующему графику.

Предварительный график проведения основных тестов (контрольных работ)

Раздел I включается в состав теста-контрольной №1 по курсу «Основы кибернетики»
– **24 марта** (консультация 21.III, 9⁰⁰, ауд. П-13)

Вопрос 13 раздела III и задачи семинара №7 включаются в состав теста-контрольной №2 по курсу «Основы кибернетики»
– **28 апреля** (консультация 25.IV, 9⁰⁰, ауд. П-13)

Остальные вопросы раздела III и раздел II:
тест-контрольная – **19 мая** (консультация 16.V, 14³⁵, ауд. _____)

Одной из форм самостоятельной работы является решение «трудных» задач, которое позволяет студентам глубже усвоить материал курса и набрать дополнительные к результатам контрольных баллы, повысив, тем самым, свою предварительную оценку (см. раздел 9).

¹ 1 час самостоятельной работы на 1 час аудиторных занятий.

9. О проведении экзамена по курсу «Элементы теории дискретных управляющих систем»

Как уже говорилось, по результатам контрольных работ с учётом посещаемости студентов, их работы на лекциях и семинарах, а также самостоятельной работы выставляется предварительная оценка.

Для студентов, имеющих предварительную оценку «5», экзамен проводится в форме 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.

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 идей 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.

В соответствии с общими 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.