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 7 семестре в объёме 36 часов лекций, и завершается экзаменом, на который выносятся как теоретические вопросы, так и задачи, изложенные на лекциях.

В разделах 2-6 данного описания приводится подробная информация о содержании курса, программах и планах его изучения в 2016-2017 уч. году, методических материалах, а в разделах 7 и 8 – об особенностях организации учебного процесса, формах и сроках проведения контрольных мероприятий.

В соответствии с этими планами в течение семестра проводятся 2 основные (на 2 часа) и, возможно, несколько промежуточных (до 1 часа) тестов (контрольных). По результатам указанных тестов (контрольных) с учётом посещаемости студентов, их работы на лекциях и семинарах, а также самостоятельной работы (см. раздел 7) выставляется предварительная оценка, которая играет существенную роль при формировании окончательной оценки на экзамене (см. раздел 8).

Чтение курса обеспечивается кафедрой математической кибернетики, лектор 2016-2017 уч. года – профессор Ложкин С.А. (lozhkin@cs.msu.su).

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, а также некоторых вопросов контроля УС. В нём рассматриваются дополнительные вопросы как массового так и индивидуального синтеза УС. В программу курса входят, в частности, результаты об асимптотике функции Шеннона для сложности формул, схем из функциональных элементов, контактных и итеративно-контактных схем в произвольном базисе, а также о поведении функции Шеннона для глубины функций алгебры логики (ФАЛ) в произвольном базисе. Изучается сложность реализации ряда ФАЛ и систем ФАЛ, встречающихся в приложениях, в некоторых классах УС.

В рамках модели контактных схем излагаются некоторые вопросы контроля УС, связанные, в частности, с построением полного диагностического и полного проверяющего тестов.

3. Программа

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

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 КС, ИКС, формул и СФЭ в произвольном базисе.

II. 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 забивающих констант и незабиваемые множества переменных. Асимптотика сложности мультиплексора в некоторых классах схем, сложность линейной ФАЛ в классах π-схем, КС и самокорректирующихся КС, СФЭ.

III. Некоторые вопросы контроля контактных схем

Построение полного диагностического или проверяющего теста для КС.

4. Предварительный список вопросов к экзамену по курсу «Элементы теории дискретных управляющих систем» (осенний семестр 2016-2017 уч. года; 418 группа).

I. Асимптотически наилучшие методы синтеза схем в некоторых моделях дискретных управляющих систем

1. 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].
2. Некоторые модификации контактных схем (КС), итеративные КС (ИКС). Верхние оценки числа схем контактного типа. См. [1:гл.2,§7], [2:гл.1,§1].
3. 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].
4. Универсальные множества ФАЛ и их построение. Асимптотически наилучшие методы синтеза СФЭ в произвольном базисе и ИКС. См. [1:гл.4,§8], [2:гл.1,§§3-5].
5. Асимптотически наилучший метод синтеза КС и формул в произвольном базисе. См. [1:гл.4,§8], [2:гл.1,§6].
6. Поведение функции Шеннона для задержки ФАЛ в произвольном базисе. Построение СФЭ асимптотически оптимальных как по сложности, так и по задержке. См. [2:гл.1,§7], [10:§21].

II. Синтез схем для некоторых специальных ФАЛ и систем ФАЛ, оценки их сложности

7. Синтез схем для некоторых дешифраторов и мультиплексоров, оценки их сложности. См. [1:гл.4,§7].
8. Реализация «больших» систем ФАЛ в классе КС и нижние оценки её сложности. Асимптотика сложности универсального контактного многополюсника. См. [2:гл.2,§1].
9. Метод забивающих констант и незабиваемые множества переменных ФАЛ. Асимптотика сложности мультиплексора в некоторых классах схем. См. [2:гл.2,§2].
10. Теорема Храпченко. Сложность реализации линейной и некоторых других ФАЛ в классе π-схем. См. [3:часть I, разд. 2,§1; разд. 3,§2], [2:гл.2,§5].
11. Сферические ФАЛ. Сложность линейной и других ФАЛ в классе КС и самокорректирующихся КС. См. [3:часть III, разд. 3,§1], [2:гл.2,§4].
12. Сложность реализации линейной ФАЛ в классе СФЭ. См [2:гл.II,§2], [11:гл.8,§2].

III. Некоторые вопросы контроля контактных схем

13. Полный диагностический тест для контактных схем. См. [7:с.132-134].
14. Верхняя оценка длины полного проверяющего теста для контактных схем. См. [7:с.135-142].
15. Верхняя константная оценка функции Шеннона длины единичного проверяющего теста при моделировании булевой функции двухполюсными контактными схемами с фиксированной входной избыточностью. См. [12:лемма 1 и теорема 4].

5. Типовые задачи к экзамену

I. 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.

II. Задачи на индивидуальную сложность ФАЛ

1. Получение нижних оценок сложности систем ФАЛ в классе КС, установление её асимптотического поведения.
2. Получение нижних оценок сложности ФАЛ с помощью метода забивающих констант и незабиваемых множеств переменных, установление её асимптотического поведения.
3. Получение нижних оценок сложности ФАЛ в классе КС и самокорректирующихся КС на основе их сферичности, установление её асимптотического поведения.
4. Получение нижних оценок сложности ФАЛ в классе π-схем с помощью теоремы Храпченко, установление её асимптотического поведения.

III. Задачи на тесты

1. Построить для заданной КС полный (единичный) проверяющий (диагностический) тест.

6. 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)
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.
7. Редькин Н.П. Надежность и диагностика схем. М: МГУ, 1992. 192 с.

Дополнительная:

8. Алексеев В.Б., Ложкин С.А. Элементы теории графов, схем и автоматов. – М.: МГУ, 2000.
9. Дискретная математика и математические вопросы кибернетики. – М.: Наука, 1974.
10. Лупанов О.Б. Асимптотические оценки сложности управляющих систем. – М.: МГУ, 1984.
11. Нигматулин Р.Г. Сложность булевых функций. – М.: Наука, 1991.
12. Романов Д.С., Романова Е.Ю. О единичных проверяющих тестах для схем переключательного типа // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. 2015, №1. С. 5-23.

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

Данный курс 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 работы[1] 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 2 основных (по 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)

тест-контрольная №1 (раздел I)	– **9 ноября** ($10^{\underline{30}}$, ауд. 503)
тест-контрольная №2 (раздел II)	в конце зачётной сессии или в ходе подготовки к экзамену

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 8).

8. 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.

[1] 1 час самостоятельной работы на 1 час аудиторных занятий.