

Научная статья

УДК 004.415

DOI 10.25205/1818-7900-2022-20-3-51-64

Автоматизированная система контроля формирования индикаторов достижения компетенций при изучении основ алгебры логики

Елена Анатольевна Сидорова¹, Анна Владимировна Долгова²,
Светлана Петровна Железняк³

Омский государственный университет путей сообщения
Омск, Россия

¹armsid@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5312-7564>

²9059238462@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8201-8823>

³zhsp120866@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8957-2678>

Аннотация

Эффективное изучение дисциплины «Информатика» невозможно без широкого применения информационных технологий. Одним из основополагающих разделов информатики является алгебра логики. Применение традиционных методов тестирования обучающихся для оценки степени освоения этой темы имеет ряд определенных недостатков, что обуславливает необходимость создания других интерактивных средств для этой цели. Статья посвящена особенностям разработки и функционирования автоматизированной системы «Алгебра логики», которая предназначена для контроля формирования индикаторов достижения компетенций, полученных при изучении основ алгебры логики. Разработанная система позволяет автоматически сформировать индивидуальный вариант задания, содержащий задачи трех типов. Первое задание включает в себя построение таблиц истинности для трех логических функций, второе требует построить логическую схему, третье задание ориентировано на упрощение логического выражения. Архитектура системы включает в себя восемь независимых модулей, реализующих синтез нового комплекта заданий и его оформление, декомпозицию полученных логических функций, построение таблиц истинности, анализ и оценку результатов. В статье раскрыта концепция работы каждого модуля. Подробно описана работа модулей синтеза и анализа логических функций, приведены укрупненные графические схемы алгоритмов их функционирования. Рассмотренная автоматизированная система за время эксплуатации зарекомендовала себя положительно, она позволяет объективно оценить теоретические знания пользователей и их умения применять известные способы построения таблиц истинности. К достоинствам системы относятся небольшой объем занимаемой на диске памяти, возможность функционирования в компьютерных сетях и на локальных компьютерах, интуитивно понятный интерфейс, разнообразие генерируемых заданий и возможность автоматической проверки результатов их выполнения.

Ключевые слова

автоматизированная система, алгебра логики, модуль, интерфейс, графическая схема алгоритма

Для цитирования

Сидорова Е. А., Долгова А. В., Железняк С. П. Автоматизированная система контроля формирования индикаторов достижения компетенций при изучении основ алгебры логики // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. Т. 20, № 3. С. 51–64. DOI 10.25205/1818-7900-2022-20-3-51-64

© Сидорова Е. А., Долгова А. В., Железняк С. П., 2022

Automated System of Competencies Indicators' Formation Control during the Basic Boolean Algebra Studying

Elena A. Sidorova¹, Anna V. Dolgova²,
Svetlana P. Zheleznyak³

Omsk State Transport University
Omsk, Russian Federation

¹armsid@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5312-7564>

²9059238462@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8201-8823>

³zhsp120866@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8957-2678>

Abstract

The effective study of Computer Science is impossible without the widespread use of information technology. Boolean algebra is one of the most fundamental sections of computer science. There is a list of disadvantages of this testing method for the evaluation of the master's degree students' knowledge of this topic. This results in development of other interactive tools. This article is devoted to the development and operation features of the automated system "Boolean algebra", which was designed to control the formation of the competencies' achievement indicators obtained during studying Boolean algebra. The developed system automatically creates task option and contains three types of tasks. The first task includes construction of a truth table for three Boolean functions, the second requires Boolean circuit construction, and the third task is focused on Boolean expression simplifying. The system architecture consists of eight independent modules which realize the new task option synthesis and its design, Boolean functions decomposition, truth tables construction, analysis, and evaluation of the results. The article describes the concept of each module. It describes in detail the synthesis of Boolean functions, as well as the analysis modules and their functioning algorithms. The automated system under operation proved to be effective since it allows one to objectively evaluate user's theoretical knowledge and ability to apply these methods to the truth tables construction. There are also several advantages of the considered automated system: it requires little space on a hard disk, works in a network and on local computer, has intuitive interface, generates a large variety of tasks and performs their autochecking.

Keywords

automated system, Boolean algebra, module, interface, algorithm

For citation

Sidorova E. A., Dolgova A. V., Zheleznyak S. P. Automated System of Competencies Indicators' Formation Control during the Basic Boolean Algebra Studying. Vestnik NSU. Series: Information Technologies, 2022, vol. 20, no. 3, pp. 51–64. DOI 10.25205/1818-7900-2022-20-3-51-64

Введение

Информационные технологии (ИТ) являются неотъемлемой частью современного образовательного процесса. Их активное внедрение в учебных заведениях регламентируется Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ [1], федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО) последнего поколения, ГОСТ Р 55751-2013 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Электронные учебно-методические комплексы. Требования и характеристики» и другими документами. Широкое внедрение и эффективное использование ИТ во всех сферах деятельности предусматривает Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года [2].

При реализации образовательных программ бакалавриата и специалитета в Омском государственном университете путей сообщения (ОмГУПС) кафедра «Информатика и компьютерная графика» (далее – кафедра) осуществляет образовательную деятельность более чем по 70 учебным планам, каждый из которых предусматривает изучение информатики.

На сегодняшний день ФГОС ВО не предъявляет конкретных требований к содержанию дисциплины «Информатика», она может включать в себя любые компоненты, обеспечивающие формирование у студентов необходимых для будущей профессиональной деятельности индикаторов достижения компетенций (ИДК). Например, при подготовке инженеров по специ-

альностям 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» и 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» должны формироваться следующие ИДК: «УК-1.3: осуществляет систематизацию информации различных типов для анализа проблемных ситуаций. Вырабатывает стратегию действий для построения алгоритмов решения поставленных задач», «УК-1.4: владеет навыками программирования разработанных алгоритмов и критического анализа полученных результатов». В обоих случаях содержание ИДК предусматривает формирование у обучающегося знаний, умений и навыков для оценки исходной информации, корректной ее обработки и анализа полученных результатов. Для достижения этих целей при изучении информатики предусмотрено освоение раздела «Алгебра логики» (далее – АЛ), который является одним из основополагающих в теоретических основах информатики и неразрывно связан с разделами «Кодирование и измерение информации», «Логические основы построения компьютера», «Алгоритмизация и программирование». В учебном процессе по указанным специальностям изучение АЛ продолжается в дисциплинах «Математическое моделирование систем и процессов», «Электроника», «Теория дискретных устройств» и других.

Постановка задачи

Согласно имеющимся данным в Российской Федерации в 2021 году единый государственный экзамен (ЕГЭ) по информатике сдавали 94 тыс. человек, что составляет около 14 % выпускников учебных заведений. При этом из 1092 абитуриентов, зачисленных в ОмГУПС на технические направления подготовки и специальности, где по выбору в числе вступительных испытаний можно было представить итоги ЕГЭ по информатике, сделали это только 46 человек, что составляет всего 4 % от общего числа поступивших. Приведенные данные, а также результаты регулярных опросов студентов свидетельствуют о том, что значительное количество обучающихся имеют сложности при изучении информатики.

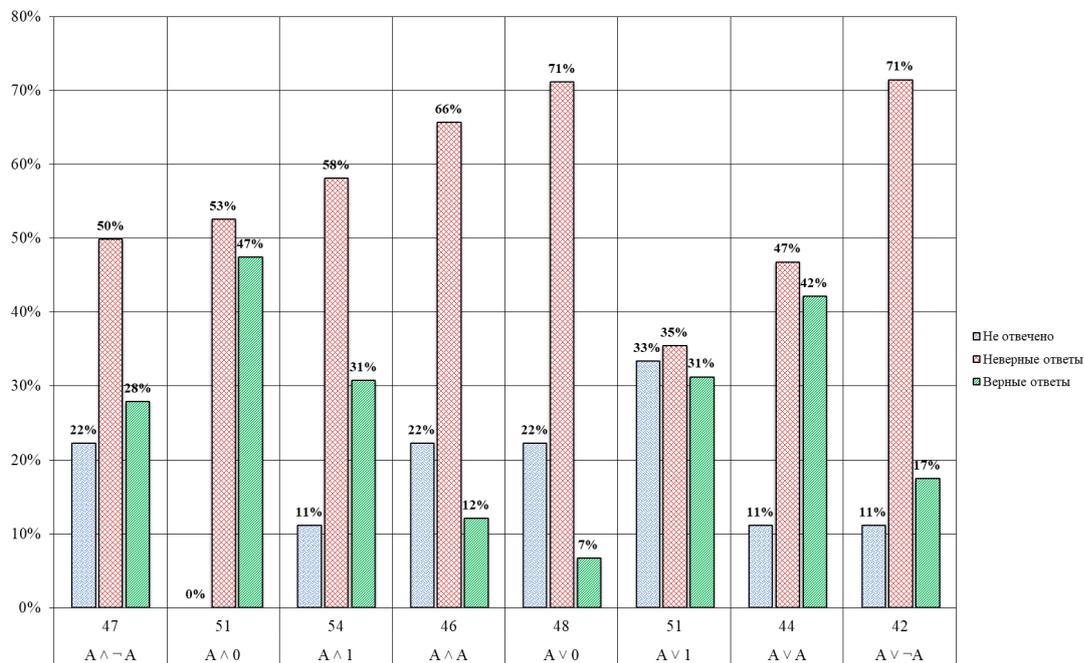


Рис. 1. Результаты выполнения тестовых заданий по АЛ при входном контроле студентов первого курса
 Fig. 1. The results of Boolean algebra test tasks at the first-year students entrance control

В качестве входного контроля базовой подготовки студентов первого курса по информатике на кафедре проводится специальное компьютерное тестирование остаточных знаний, в которое включены и вопросы по АЛ, ориентированные на определение степени усвоения выпускниками школ простейших логических операций [3]. В 2021–2022 учебном году в таком тестировании приняли участие 590 человек. Формирование набора тестовых вопросов осуществлялось методом экспертных оценок. Он включает в себя задания для проверки знания закона идемпотентности, операций переменной с ее инверсией, операций с константами 0 и 1. Статистика результатов выполнения этих заданий представлена на рис. 1, где по оси абсцисс указан конкретный тип вопроса и общее число студентов, которым этот вопрос был представлен в сеансе тестирования. Высокий процент неотвеченных вопросов может быть обусловлен нехваткой времени или сложностью других вопросов в тесте. Анализ этих данных свидетельствует об очень низком уровне подготовки студентов первого курса по АЛ, что в свою очередь обуславливает возникновение трудностей в изучении не только информатики, но и связанных с ней дисциплин.

Входной контроль остаточных знаний и последующий текущий контроль успеваемости студентов осуществляется с помощью разработанной на кафедре и зарегистрированной в Реестре программ для ЭВМ «Универсальной тестово-обучающей программы контроля профессиональных знаний Test Master 2007 (версия 1.0)» [4]. В этой системе тестирования индивидуальный тестовый сеанс для каждого пользователя формируется на основе обширной базы данных по специальному алгоритму, обеспечивающему заданную тематическую структуру и пропорциональное наличие вопросов разного типа и сложности. База данных системы включает в себя свыше 70 тестовых вопросов по АЛ, детализированных по темам: «Высказывания и законы», «Логические выражения», «Таблицы истинности», «Логические схемы». Индивидуальный тестовый сеанс по АЛ содержит 10 вопросов, в полном объеме охватывающих изученный материал, на его выполнение отводится 20 минут. Выполнение теста позволяет определить результат освоения компетенций по дисциплине в рамках рассматриваемой темы, оцениваемый с помощью соответствующих ИДК. Результаты тестирования студентов по АЛ за период с 2013 по 2022 годы (рис. 2) показывают, что итоговый средний балл в целом превышает пороговый уровень 60 %, но при этом доля неуспевающих студентов остается достаточно высокой и составляет около 35 %.

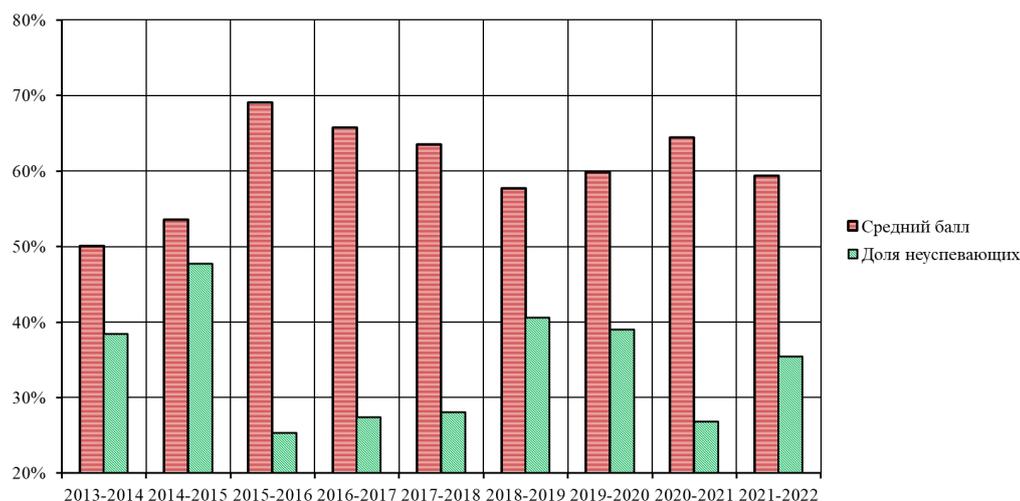


Рис. 2. Результаты текущего контроля успеваемости по АЛ за период с 2013 по 2022 г.
Fig. 2. The results of Boolean algebra academic performance current monitoring from 2013 to 2022

Для оценки уровня самоподготовки студентов к контрольному тестированию на кафедре организовано тренировочное тестирование [5]. Студент может проходить его многократно и по окончании каждого сеанса анализировать вопросы, на которые он дал верные или неверные ответы. Несмотря на большое разнообразие вопросов в базе данных, их количество ограничено. Это приводит к тому, что при тренировочном тестировании студенты зачастую не применяют для решения поставленных задач известные им алгоритмы, а стремятся лишь запомнить верные ответы. Кроме того, при тестировании большинство вопросов обычно содержат варианты возможных ответов, что не позволяет в полной мере оценить реальные знания обучающихся по причине наличия элемента случайности при выборе ими правильного ответа [6–8].

Для повышения эффективности учебного процесса и устранения недостатков тестирования при текущем контроле знаний предпочтительнее применять контрольную работу. Однако она, как правило, выполняется студентами письменно, что существенно увеличивает нагрузку на преподавателя в части проверки. Таким образом, актуальной становится задача создания такого программного продукта для обучения и аттестации студентов, который позволит сформировать индивидуальный вариант задания, оценить правильность применения студентами известных алгоритмов и при этом предоставить им возможность предварительно ознакомиться с типовыми заданиями и технологией работы с ними.

Архитектура автоматизированной системы

На основе накопленного педагогического опыта, анализа научной и учебно-методической литературы, изучения современных образовательных технологий и способов разработки электронных учебных тренажеров [9; 10] на кафедре разработана и внедрена в учебный процесс автоматизированная система «Алгебра логики» (АСАЛ), предназначенная для контроля формирования индикаторов достижения компетенций, полученных при изучении основ алгебры логики.

Согласно статистическим данным, полученным онлайн-инструментом статистики посетителей Statcounter, за период с февраля 2015 г. по март 2022 г. около 75 % всех стационарных компьютеров в мире и около 88 % в Российской Федерации используют операционную систему Windows¹. На компьютерах в локальной сети ОмГУПС также установлена лицензионная операционная система Windows, поэтому она выбрана в качестве платформы для разработки АСАЛ.

Программная реализация АСАЛ выполнена на языке программирования Visual Basic for Applications (VBA), выбор которого обусловлен его широким распространением (в рейтинге популярности языков программирования PYPL² по состоянию на март 2022 г. он занимает 16 место) и удобством применения для решаемой задачи. С целью обеспечения возможности автономной работы АСАЛ без дополнительного программного обеспечения как в локальной вычислительной сети ОмГУПС, так и на домашних компьютерах студентов, система реализована в среде Microsoft Excel в виде файла с расширением .xlsm.

АСАЛ формирует индивидуальный вариант задания (ИВЗ), включающий в себя три задачи разных типов. Первое задание ориентировано на построение таблиц истинности трех логических функций, второе задание требует построить логическую схему, третье задание заключается в упрощении логического выражения. Для реализации этих задач архитектура АСАЛ включает в себя восемь модулей (рис. 3).

¹ Desktop Operating System Market Share Worldwide // StatCounter. URL: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/worldwide> (дата обращения: 24.04.2022).

² PopularitY of Programming Language // PYPL. URL: <https://pypl.github.io/PYPL.html> (дата обращения: 24.04.2022).

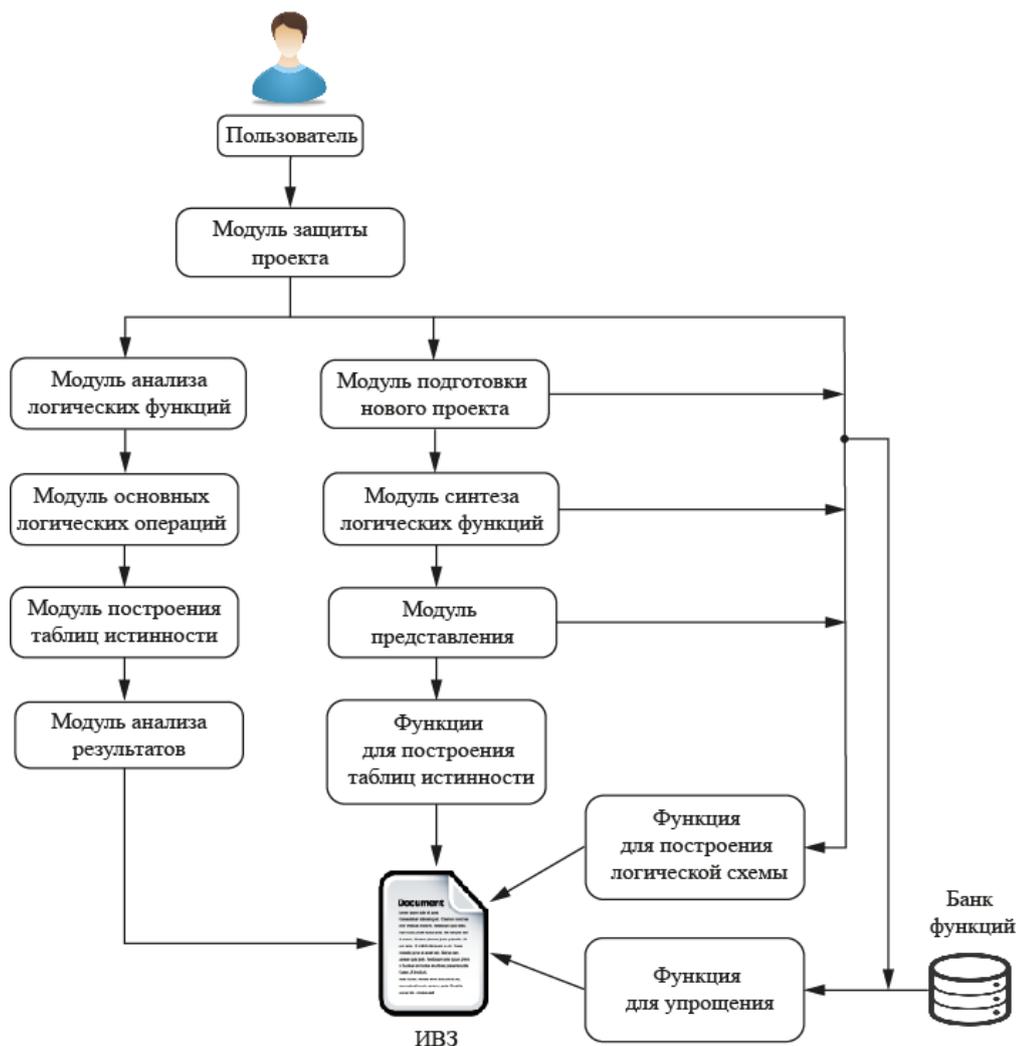


Рис. 3. Архитектура АСАЛ

Fig. 3. Automated system "Boolean Algebra" architecture

1. Модуль защиты проекта отвечает за защиту рабочей книги по время функционирования программы.
2. Модуль подготовки нового проекта предназначен для очистки требуемых областей рабочего листа перед синтезом нового комплекта заданий.
3. Модуль синтеза логических функций служит для формирования комплекта заданий по теме «Построение таблиц истинности логических выражений».
4. Модуль представления отвечает за оформление областей, отводимых для построения таблиц истинности конечным пользователем.
5. Модуль анализа логических функций предназначен для выделения в сформированном выражении основных логических операций.
6. Модуль основных логических операций реализует построение таблиц истинности, соответствующих логических операций.
7. Модуль построения таблиц истинности служит для формирования таблицы истинности заданного логического выражения (далее – эталонная ТИ).
8. Модуль анализа результатов предназначен для сопоставления значений, введенных конечным пользователем, с эталонной ТИ и формирования оценки.

Модули подготовки нового проекта, его представления и защиты

Интерфейс АСАЛ представляет собой рабочий лист книги Microsoft Excel, на котором расположены три элемента управления формой «Начать», «Завершить» и «Очистить».

Для обеспечения защиты структуры рабочей книги во время функционирования отдельных фрагментов программы и ИВЗ от несанкционированного воздействия пользователя предусмотрен модуль защиты. Этот модуль запускается каждый раз при нажатии на любую из кнопок интерфейса и предусматривает снятие и установку пароля для рабочего листа при выполнении запрограммированных действий. Для обеспечения ввода данных на рабочий лист конечным пользователем предусмотрены специальные диапазоны-исключения, для которых защита не устанавливается.

Для подготовки рабочей книги к синтезу нового комплекта заданий реализован модуль подготовки нового проекта, в результате работы которого производится очистка требуемых областей рабочего листа.

Оформление нового комплекта заданий осуществляется при работе модуля представления. При этом на листе Excel размещаются три контейнера, в которые конечный пользователь вводит исходные данные для работы модулей построения таблиц истинности и анализа результатов. Ширина каждого контейнера определяется числом переменных, входящих в соответствующую логическую функцию ИВЗ. Для контроля знания студентами порядка составления таблиц истинности логических выражений, высота всех контейнеров принята одинаковой, заведомо избыточной и составляет десять строк, а пользователь во время работы заполняет в каждом контейнере только те ячейки, которые необходимы для выполнения задания. При работе модуля представления также происходит оформление контейнеров границами и заливка столбца для ввода результирующих значений логической функции (рис. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	КР по теме "Алгебра логики"														Пуск 1			
2															Начало	11:01:12		
3	Начать			Завершить			Очистить											
4																		
5	1. Составить таблицы истинности для трех логических функций:																	
6	<i>(в таблицах последовательно без пропусков строк заполняются</i>																	
7	<i>только те ячейки, которые необходимы для выполнения задания)</i>																	
8																		
9	1) $F = A \cdot \neg B + \neg C$					2) $F = \neg A + B$					3) $F = A + B + \neg C$							
10																		
11	A	B	C	F	A	B	F	A	B	C	F							
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25	2. Построить логическую схему для функции $F = A + B + \neg C$.																	
26																		
27	3. Упростить логическое выражение $F_5 = A \cdot (B \cdot (\neg A + \neg B))$.																	

Рис. 4. Интерфейс АСАЛ
 Fig. 4. Automated system "Boolean Algebra" interface

Для учета времени выполнения ИВЗ, а также предотвращения недобросовестной работы студентов и несанкционированного формирования ими нового ИВЗ при функционировании

модуля представления АСАЛ на рабочий лист выводятся счетчик числа запусков программы и время формирования текущего ИВЗ.

Модуль синтеза логических функций

Модуль синтеза логических функций реализует непосредственное формирование ИВЗ. Первое задание предусматривает проверку знания студентом порядка составления таблиц истинности функций из n переменных. Для формирования этих функций синтезируется массив msf из трех логических функций f : одна функция из двух переменных ($kf2 = 1$) и две функции из трех переменных ($kf3 = 2$). Для увеличения числа вариантов заданий логические функции f , представляющие собой текстовые последовательности, формируются случайным образом. При заполнении массива msf выполняется проверка логических функций на совпадение с уже имеющимися в массиве.

Укрупненный алгоритм функционирования модуля синтеза логических функций при формировании первого задания представлен на рис. 5.

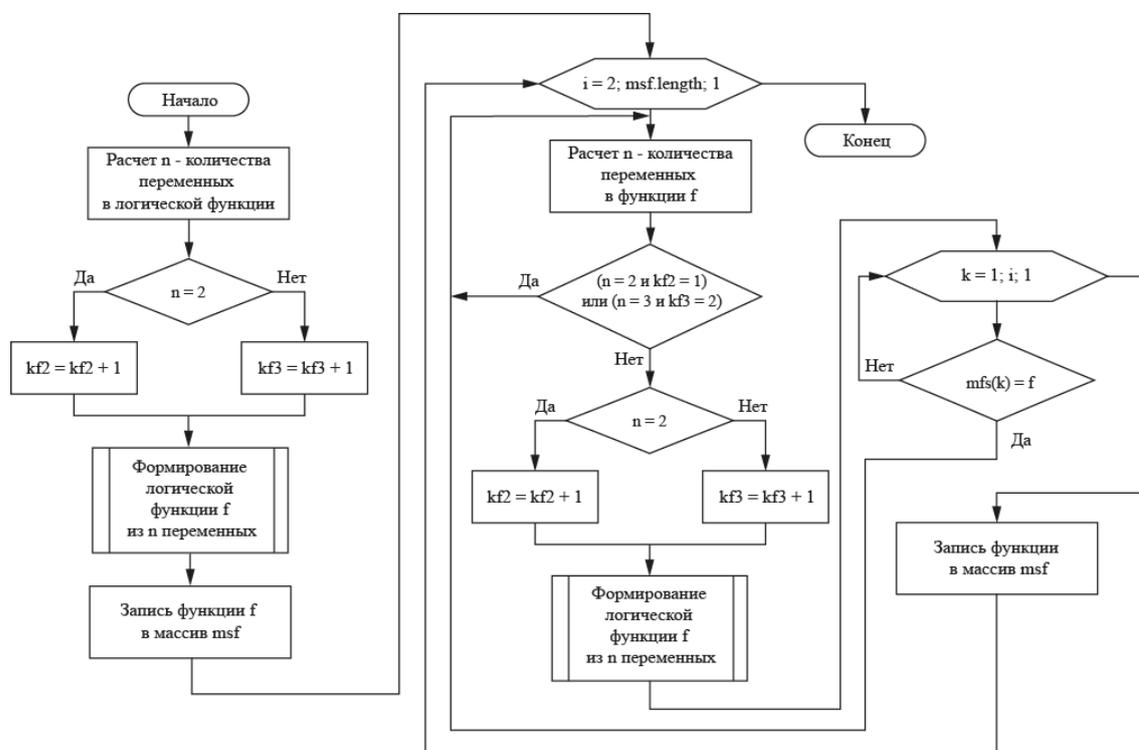


Рис. 5. Алгоритм синтеза логических функций

Fig. 5. Boolean functions synthesis algorithm

Для второго задания логическая функция выбирается случайным образом из сформированных в массиве msf логических функций из трех переменных.

Логическая функция для третьего задания выбирается случайным образом из заранее подготовленного банка функций.

Второе и третье задания ИВЗ на текущий момент выполняются студентом письменно и проверяются преподавателем вручную.

Модули основных логических операций и анализа логических функций

Модуль основных логических операций включает в себя три процедуры-функции, выполняющие операции инверсии (*inversia*), конъюнкции (*kon*) и дизъюнкции (*diz*). Аргументами этих процедур-функций являются массивы значений переменных.

Для декомпозиции логических выражений, полученных при работе модуля синтеза логических функций, и определения последовательности выполнения логических операций предусмотрен модуль анализа логических функций. Декомпозиция логической функции выполняется согласно алгоритму, представленному на рис. 6. Логическое выражение считывается в текстовую переменную из соответствующей ячейки на листе Excel. Для определения числа переменных в логическом выражении определяется позиция первого вхождения в строку символа «C». Если эта позиция отлична от нуля, то в логическом выражении формируются три массива для чтения значений переменных *A*, *B*, *C*, в противном случае формируются два массива для чтения значений переменных *A*, *B*.

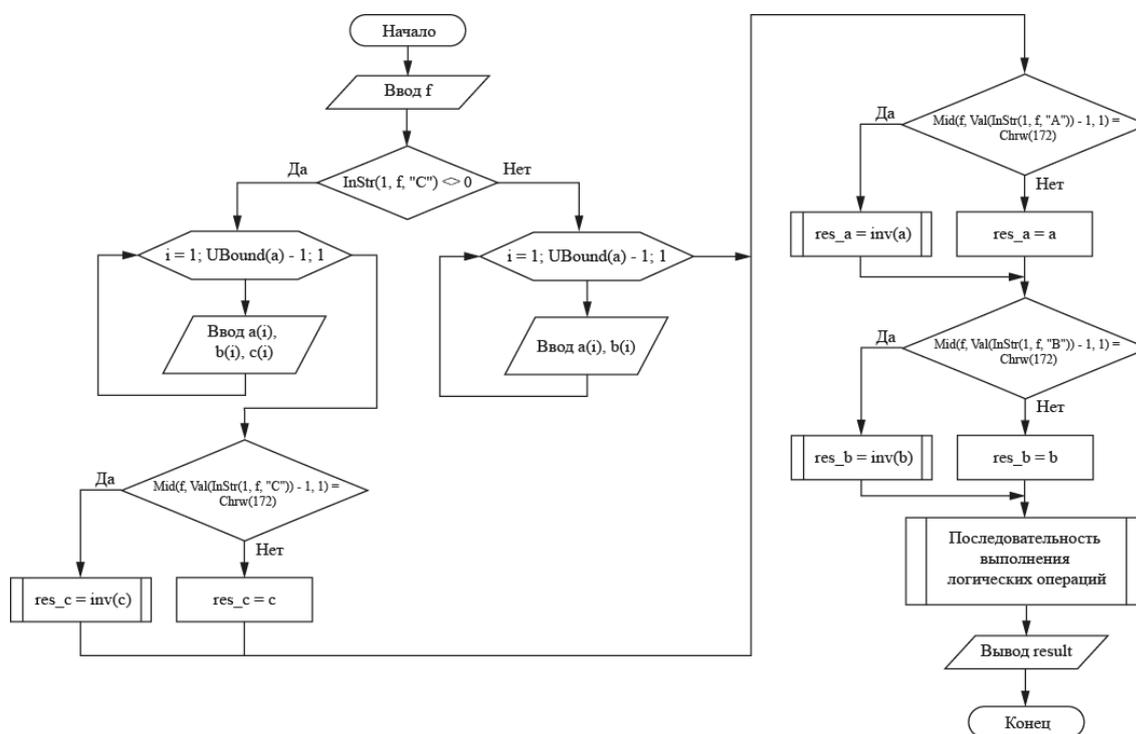


Рис. 6. Алгоритм декомпозиции логических функций
 Fig. 6. Boolean functions decomposition algorithm

Согласно существующему приоритету логических операций первой выполняется операция инверсии. Положение этой операции в логическом выражении определяется сопоставлением ASCII кода символа, расположенного в позиции $n - 1$ (где n – позиция первого вхождения в строку символа анализируемой переменной), с ASCII кодом символа отрицания, который был выбран при формировании логической функции. При совпадении этих кодов посредством процедуры-функции *inversia* в массив значений соответствующей переменной записываются ее инверсные значения.

Последовательность выполнения операций конъюнкции и дизъюнкции устанавливается путем сопоставления позиций первого вхождения в строку логической функции символов с ASCII кодом, соответствующим знакам конъюнкции и дизъюнкции, которые были примене-

помимо общего результата выводятся время окончания работы и ее продолжительность в минутах (см. рис. 8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	КР по теме "Алгебра логики"														Пуск 1				
2	Начать			Завершить			Очистить			Начало	11:01:12								
3															Конец	11:04:19			
4															Мин.	3,1			
5	1. Составить таблицы истинности для трех логических функций:														Т. ист.	60			
6	(в таблицах последовательно без пропусков строк заполняются																		
7	только те ячейки, которые необходимы для выполнения задания)																		
8																			
9	1) $F = A \cdot \neg B + \neg C$				2) $F = \neg A + B$				3) $F = A + B + \neg C$										
10																			
11	A	B	C	F	A	B	F	A	B	C	F								
12	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1							
13	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0						1
14	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0						1
15	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1						1
16	1	0	0	1										1	0	0	1	1	1
17	1	0	1	1										1	0	1	1	1	1
18	1	1	0	1										1	1	0	1	1	1
19	1	1	1	0										1	1	1	0	0	1
20																			
21																			
22	Результат			+				+				-							
23	Балл			40				20				0							

Рис. 8. Результаты выполнения первого задания
Fig. 8. First task results

Результаты и выводы

Разработанная автоматизированная система обеспечивает возможность обучения и аттестации студентов, позволяет сформировать ИВЗ и оценить знания пользователей и их умения применять известные алгоритмы для построения ТИ. За пятилетний период функционирования АСАЛ зарекомендовала себя положительно. Основными достоинствами системы являются небольшой объем памяти, занимаемой на диске, возможность работы в компьютерных сетях и на локальных компьютерах, интуитивно понятный интерфейс, большое количество вариантов, формирующихся автоматически, возможность автоматической проверки результатов построения ТИ.

В перспективе планируется развитие системы по следующим направлениям: перенос интерфейса в исполняемый файл, добавление логических операций импликации и эквиваленции при формировании логических функций, автоматизация проверки задания по упрощению выражений, автоматизированное построение логической схемы.

Список литературы

1. **Российская Федерация. Законы.** Об образовании в Российской Федерации : Федеральный закон № 273-ФЗ : [принят Государственной думой 29 декабря 2012 года : одобрен

- Советом Федерации 26 декабря 2012 года] [Электронный ресурс] // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
2. **Российская Федерация.** Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года : [утвержден распоряжением Правительства РФ от 01.10.2021 N 2765-р : с изменениями от 24.12.2021] [Электронный ресурс] // Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс.
 3. **Евсеева Т. П.** Разработка тестовых заданий как один из методов технологии интерактивного обучения // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 5. С. 320–324.
 4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2008614627 Российская Федерация. Универсальная тестово-обучающая программа контроля профессиональных знаний Test Master 2007: № 200861340 : заявл. 29.07.2008 : зарегистр. 25.09.2008.
 5. **Киселева Н. А.** К вопросу об использовании тренинговых занятий в образовательном процессе вуза [Электронный ресурс] // Педагогические науки. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ispolzovanii-treningovyh-zanyatiy-v-obrazovatelnom-protsesse-vuza/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ispolzovanii-treningovyh-zanyatiy-v-obrazovatelnom-protsesse-vuza) (дата обращения 20.04.2021).
 6. **González A. G., Salgado D. R., J. García Sanz-Calcedo, C. Cruz García, J. Barrios Muriel, O. Lopez Perez, Alvarez Garsia F.J.** A teaching methodology for the real-time assessment of students' competencies related to manufacturing subjects using technology based on electronic devices. *Procedia Manufacturing*, 2019. Vol. 41. Pp. 579–586.
 7. **Будилова А. С.** Развитие коммуникативных умений студентов при обучении информационным технологиям на основе тренинга [Электронный ресурс] // Наука и перспективы. 2016. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-kommunikativnyh-umeniy-studentov-pri-obuchenii-informatsionnym-tehnologiyam-na-osnove-treninga/viewer> (дата обращения 20.04.2021).
 8. **Посов И. А.** Программирование генераторов задач. [Электронный ресурс] // Компьютерные инструменты в образовании. 2010. № 3. С. 19–31. URL: <http://www.ipo.spb.ru/journal/content/1197/Программирование%20генераторов%20задач.pdf> (дата обращения 20.04.2021).
 9. **Ультан А. Е.** Компьютерная обучающая система «Алгебра логики» [Электронный ресурс] // Инновации в науке. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternaya-obuchayuschaya-sistema-algebra-logiki-1> (дата обращения: 17.04.2022).
 10. **Сидорова Е. А., Долгова А. В., Железняк С. П.** Автоматизированная система синтеза структурированного учебного контента [Электронный ресурс] // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2021. Т. 19, № 2. С. 102–114. DOI: 10.25205/1818-7900-2021-19-2-102-114

References

1. **The Russian Federation. Laws.** On education in the Russian Federation: Federal Law No. 273-FZ : [adopted by the State Duma on December 29, 2012 : approved by the Federation Council on December 26, 2012] [Online]. ConsultantPlus.
2. **The Russian Federation.** A unified plan to achieve the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2024 and for the planned period up to 2030: [approved Decree of the Government of the Russian Federation of 01.10.2021 N 2765-r : as amended dated December 24, 2021] [Online]. ConsultantPlus.
3. **Evseeva T. P., Sabirova Yu. V.** Razrabotka testovykh zadaniy kak odin iz metodov tekhnologii interaktivnogo obucheniya [Development of test tasks as one of the methods of interactive

- learning technology]. *Bulletin of the Kazan Technological University*, 2014, vol. 17, no. 5, pp. 320–324. (in Russ.)
4. Certificate of state registration of the computer program No. 2008614627 Russian Federation. Universal test and training program for the control of professional knowledge Test Master 2007: No. 200861340: Appl. 07/29/2008; registered 09/25/2008. P. 1.
 5. **Kiseleva N. A.** К вопросу об испол'зовании тренинговых занятий в образовател'ном процессе вуза [To the question of the use of training sessions in the educational process of the university] / N. A. Kiseleva. [Online]. *Pedagogicheskie nauki*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ispolzovanii-treningovykh-zanyatii-v-obrazovatelnom-protsesse-vuza/viewer> (accessed on 04/24/2022). (in Russ.)
 6. **González A. G., Salgado D. R., J. García Sanz-Calcedo, C. Cruz García, J. Barrios Muriel, O. Lopez Perez, Alvarez Garsia F. J.** A teaching methodology for the real-time assessment of students' competencies related to manufacturing subjects using technology based on electronic devices. *Procedia Manufacturing*, 2019, vol. 41, pp. 579–586.
 7. **Budilova A. S.** Development of communicative skills of students at training information technologies on the basis of training [Online]. *Science and Perspectives*, 2016, no. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-kommunikativnykh-umeniy-studentov-pri-obuchenii-informatsionnym-tehnologiyam-na-osnove-treninga/viewer> (accessed on 04/24/2022).
 8. **Posov I. A.** Programming of problem generators [Online]. *Computer tools in education*, 2010, no. 3, pp. 19–31. URL: http://www.ipos.spb.ru/journal/content/1197/Программирование_%20генераторов%20задач.pdf (accessed on 04/24/2022).
 9. **Ul'tan A. E., Kravtsov D. A.** Комп'ютрная обучающчaya система «Algebra logiki» [Computing education system «Boolean algebra»] [Online]. *Innovatsii v nauke*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyutrnaya-obuchayuschaya-sistema-algebra-logiki-1> (date of treatment 04/24/2022). (in Russ.)
 10. **Sidorova E. A.** Automated system synthesis of structured educational content / E. A. Sidorova, A. V. Dolgova, S. P. Zheleznyak [Online]. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2021. Vol. 19, no. 2, pp.102–114. DOI: 10.25205/1818-7900-2021-19-2-102-114 (in Russ.)

Информация об авторах

Сидорова Елена Анатольевна, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика и компьютерная графика», Омский государственный университет путей сообщения (Омск, Россия)
Researcher ID: B-5089-2017

Долгова Анна Владимировна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика», Омский государственный университет путей сообщения (Омск, Россия)
Researcher ID: D-9708-2019

Железняк Светлана Петровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика», Омский государственный университет путей сообщения» (Омск, Россия)
Researcher ID: AAM-5444-2021

Information about the Authors

Elena A. Sidorova, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Computer Science and Computer Graphics, Omsk State University of Railway Engineering (Omsk, Russian Federation)
Researcher ID: B-5089-2017

Anna V. Dolgova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Science and Computer Graphics, Omsk State University of Railway Engineering (Omsk, Russian Federation)
Researcher ID – D-9708-2019

Svetlana P. Zheleznyak, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science and Computer Graphics, Omsk State University of Railways (Omsk, Russian Federation)
ResearcherID: AAM-5444-2021

*Статья поступила в редакцию 27.04.2022;
одобрена после рецензирования 17.08.2022; принята к публикации 17.08.2022
The article was submitted 27.04.2022;
approved after reviewing 17.08.2022; accepted for publication 17.08.2022*