

Информационная система для проведения имитационных экспериментов по оптимизации расписаний

А.П. Димитриев
Факультет информатики и вычислительной техники
Чувашский государственный университет
имени И.Н. Ульянова
Чебоксары, Россия
e-mail: dimitriel@yandex.ru

Аннотация¹

Представленный в предшествующих работах программный комплекс для проведения имитационных экспериментов с моделью расписания учебных занятий дополнен базой данных и элементами пользовательского интерфейса для обработки данных базы. База данных реляционная, состоит из одной таблицы с 50 полями и позволяет сохранять и воспроизводить условия численных экспериментов. Пользовательский интерфейс дополнен элементами управления для сохранения данных, их извлечения из базы, поиска, фильтрации, отображения данных в виде таблицы и в виде совокупности всех полей одной записи, навигации по таблице. Для работы требуется персональный компьютер, операционная система Windows и Microsoft Access.

1. Введение

Для проведения имитационных экспериментов с моделью расписания учебных занятий [1] разработан программный комплекс. Пользовательский интерфейс данного программного комплекса рассмотрен в [2, 3].

Основным назначением разработанного программного комплекса является исследование методов дискретной оптимизации, которые могут применяться к задаче оптимизации расписания занятий. Например, реализован метод роя частиц [4], метод имитации отжига [5], генетический алгоритм [6, 7], слепой поиск [8], метод ветвей и границ [9], метод покоординатного спуска [10] и др. Вопрос об исследовании таких методов является актуальным, так как производится не только оптимизация известными методами, но и разработка новых методов указанной категории, которые

Труды Шестой всероссийской научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 28-31 мая, Уфа-Ставрополь, Россия, 2018

характеризуются более оптимальными результатами своей работы, чем существующие методы.

Пользователями программного комплекса ежегодно с 2013 г. являются студенты, выполняющие выпускные квалификационные работы под руководством автора статьи. Получено свидетельство о государственной регистрации одной из версий программного комплекса [1], после чего производилось его дополнение новыми возможностями.

Однако в предыдущих версиях программного комплекса не было базы данных, которая присуща любой информационной системе (ИС) [11]. Как указано в [12], информационная система — совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств. Таким образом, база данных должна являться неотъемлемым компонентом ИС.

Цель работы – преобразование программного комплекса в ИС путём добавления возможностей, предоставляемых базой данных.

2. Предметная область информационной системы

Главное назначение вуза – подготовка выпускников к профессиональной деятельности. Например, в уставе ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова» отмечается, что данная организация создана для осуществления четырех функций, первая из которых – образовательная [13]. В [14] выделено пять форм организации обучения, среди которых первыми перечислены лекции и лабораторные занятия, которые в основном формируют расписание учебных занятий. От составленного расписания зависит качество восприятия учащимися учебного материала [15]. Эффективность труда научно-педагогических работников зависит от различных факторов [16], к которым можно отнести и индивидуальное расписание занятий. Это выражается не только в качестве подготовки к проведению занятий, но и в качестве научной деятельности, которая является второй из функций вуза [13]. Таким образом, составление расписания – многокритериальная оптимизационная задача. Такие задачи в [17]

предлагается решать, соотнося их параметры с координатами многомерного пространства.

В [18] расписание смоделировано интервалом дискретного времени с расположенными на нём n объектами (соответствующими учебным занятиям). В терминах объектно-ориентированной технологии объекты обладают следующим интерфейсом, где $i = 1, \dots, n$:

- p_i – целочисленная неотрицательная длина, не превышающая длины интервала;

- t_i – целочисленная неотрицательная значимость;

- целочисленный неотрицательный момент времени, начиная с которого объект существует на временной шкале и который обозначим d_i ;

- свойство непрерывности, за исключением случаев возврата второй части объекта к началу интервала при условии примыкания первой части объекта к окончанию интервала;

- возможность циклического сдвига на интервале.

Совокупность параметров d_i означает размещение объектов и формирует расписание, которое обладает соответствующим значением целевой функции C , вычисляемым по формуле, приведенной в [18]:

$$C = \sum_{h=1}^m \sum_{j,k=1}^n t_{hj} t_{hk},$$

где $t_{h,j}$ – значение j -го объекта в h -й интервал времени. От d_j и до момента времени, определяемого параметром p_j , $t_{h,j} = t_j$, а в остальное время $t_{h,j} = 0$.

ИС в качестве предметной области использует рассмотренную выше модель расписания учебных занятий в вузе.

3. Разработка информационной системы

Полученная ИС относится к специализированным системам поддержки принятия решений [19] и основана на инструментальном подходе в концептуальных моделях таких систем. По способу взаимодействия с пользователем схема общения с пользователем ИС представляет собой систему, работающую в терминальном режиме. По степени взаимозависимости принимающих решение лиц ИС можно отнести к системам персональной поддержки. По характеру описания проблемы ИС относится к системам для проблем многокритериального выбора. По характеру выполняемых функций ИС является системой, ориентированной на данные. По уровню процедурности языка интерфейса между пользователем и ИС её можно классифицировать как систему с командными языками. По области применения ИС классифицируется как система для оценки технологий.

3.1. Системные требования

Система предназначена для работы на персональных компьютерах с операционной системой Windows XP и более новых операционных системах из семейства Windows NT. Для своей работы ИС не требует установки и прав администратора, достаточно скопировать файлы. В состав ИС входят файлы (табл. 1) общим размером 2,18 Мбайт.

Таблица 1. Состав ИС

Имя файла	Размер, байт	Описание
G1.exe	1120256	Исполняемый файл
db1.mdb	229376	База данных
readme.doc	453632	Руководство пользователя
spr-i.html		Файл справки
spiral-f1.txt	258878	Образцы файлов исходных данных
lightning-f2.txt	316	
tyr-f3.txt	366	
albatross-f4.txt	326	
mandibles-f5.txt	296	
battle-f6-p20.txt	331	
regular-f7.txt	315	
oi7-10-1.txt	49	
oi10-10-2.txt	70	
oneres	627	
spr-i.files\filelist.xml	609	Содержимое каталога с изображениями для файла справки
spr-i.files\header.htm	3862	
spr-i.files\image001.png	21066	
spr-i.files\image002.jpg	7139	
spr-i.files\image003.png	20131	
spr-i.files\image004.jpg	5721	
spr-i.files\image005.png	19519	
spr-i.files\image006.jpg	5094	
spr-i.files\image007.png	19387	
spr-i.files\image008.jpg	4728	
spr-i.files\image009.png	19582	
spr-i.files\image010.jpg	5386	
spr-i.files\image011.png	20155	
spr-i.files\image012.jpg	5928	
spr-i.files\image013.png	20449	
spr-i.files\image014.jpg	7237	
Thumbs.db	38912	

Для полноценного функционирования на компьютере должна быть установлена система управления базами данных (СУБД) Microsoft® Office Access 2003 или её более новая версия. Для обратной совместимости оставлена возможность работы ИС как программного комплекса на компьютерах, где не установлена система управления базами данных Microsoft Office Access, при этом соответственно возможность использования базы данных не реализуется. С этой целью база данных при начальном запуске ИС не подключена. Подключение к базе данных рассмотрено ниже.

3.2. База данных

Наиболее значимым дополнением, отличающим ИС от ранее разработанного программного комплекса, является возможность ведения базы данных экспериментов. В настоящее время наиболее распространены реляционные базы данных [11]. Существуют различные СУБД, поддерживающие базы данных такого типа: Microsoft SQL Server, MySQL (поддерживается корпорацией Oracle), кроссплатформенная СУБД Firebird и др. Все перечисленное требует установки на компьютер дополнительного программного обеспечения, что не всегда возможно в центрах коллективного пользования компьютерами. Существуют также встраиваемые реляционные базы данных, такие как SQLite. Но для их использования требуется установка на компьютер разработчика. Среда Delphi уже установлена и имеет собственную подсистему BDE, позволяющую не использовать другие СУБД при работе с базами данных. Однако при этом требуется доступ в режиме чтения и записи к корневому каталогу жесткого диска, что также не везде разрешается для поддержки политики безопасности. Тем не менее, во многих вышеназванных центрах уже установлена СУБД Microsoft® Office Access, возможностей которой достаточно для поддержки разрабатываемой ИС.

Для реализации базы данных в Microsoft Office Access разработана база данных, которая содержит таблицу с именем *t1*.

Таблица *t1* состоит из следующих полей:

1. Числовые – 36 полей со свойством «Размер поля», равным «Длинное целое» (4 байта): *Alg* (индексированное, совпадения допускаются), *Cf*, *n*, *m*, *iter*, *tem*, *inc*, *prob*, *exchlrep*, *opt-str*, *plus-min*, *inf1*, *inf2*, *exp*, *curv/r*, *bt3*, *bp3*, *mt*, *mp*, *down*, *step1*, *step2*, *dtmax*, *dtmin*, *n iter*, *tgamx*, *tgamn*, *populat*, *mutation*, *crossover-it*, *w-rest-t*, *fp-mxclust*, *fg-explust*, *div*, *limit*, *fm-aco*. Итого 144 байта.
2. Логические – восемь полей: *mathexp-mulp*, *coord1-2*, *mr0-mx*, *mutual-in*, *down2*, *adequat*, *re-im*, *inf2-bool*. Итого 8 бит.
3. Текстовые – пять полей: с длиной поля 50 символов – *opis*; с длинами полей 255 символов – *it*, *ip*, *od*, *file*. Итого 1070 символов.
4. Поле типа «Дата/время» (8 байт): *Date*.

Единицы измерения размеров полей указаны различные. Если полагать, что один символ, так же как и восемь бит, соответствуют одному байту, то каждый эксперимент характеризовался бы одной записью таблицы, занимающей 1223 байт без учета информации, что запись удалена. Однако проведенные эксперименты показывают, что внешняя память для файла базы данных выделяется сложнее. В некоторых случаях при вводе новой записи размер файла не увеличивается. В других случаях увеличивается на значения, значительно

превышающие размер записи, например, на 4 кбайта. Возможны также варианты, когда при вводе данных только в существующие записи размер файла увеличивается на сотни кбайт.

Названия полей в основном соответствуют надписям около текстовых полей в окне ИС, описание которых можно найти в справке к программному комплексу. В поле *opis* можно вводить произвольное описание конкретного эксперимента. В поле *it* хранится вектор входных параметров t_i в виде последовательности десятичных чисел, разделенных пробелами, всего n чисел. Аналогичным образом в полях *ip* и *od* хранятся векторы соответственно входных параметров p_i и выходных данных d_i .

3.3. Разработка пользовательского интерфейса

Главное окно модернизированного программного комплекса несущественно отличается от приведенного в ранее опубликованных работах, что зависит в основном от выбранной вкладки. Добавлены дополнительные окна.

Для разработки ИС применяется свободно распространяемая интегрированная среда разработки Turbo Delphi 2006 Explorer. Для разработки пользовательского интерфейса для работы с таблицей базы данных применялись следующие элементы:

- форма, на которую помещаются панели и образующая дополнительное окно;
- две панели типа TPanel;
- навигатор по базе данных типа TDBNavigator, рассматриваемый ниже;
- шесть кнопок типа TButton;
- кнопка типа TBitBtn;
- флажок типа TCheckBox;
- два текстовых поля типа TEdit;
- элемент типа TDBGrid, отображающий данные в виде таблицы.

Нижняя из панелей содержит все перечисленные элементы, кроме формы и верхней панели с расположенным на ней элементом типа TDBGrid. Верхняя панель заполняет все пространство формы, кроме занятого нижней панелью, таким образом пользователю визуально доступно больше данных при разворачивании окна.

Для отображения содержимого базы данных пользователю нужно войти в главное меню, выбрать подпункт «Database» пункта «Service» и нажать кнопку «Подкл/откл», расположенную в нижней части окна (рис. 1).

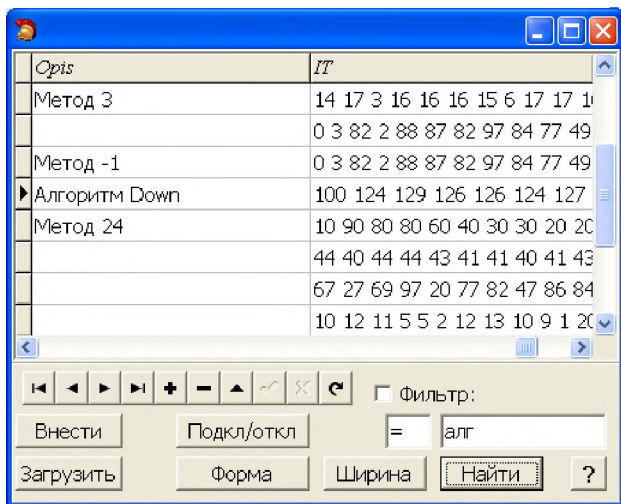


Рис. 1. Экранная форма для вывода таблицы

При повторном нажатии на эту кнопку данные перестают отображаться. Здесь же имеется стандартный для Delphi навигатор по таблице, используя который можно:

- перемещаться по записям на одну вперед и на одну назад (кнопки в виде треугольников);
- удалять и добавлять записи (кнопки с изображением минуса и плюса);
- переходить в начало и в конец таблицы (кнопки с изображением треугольника и черты до и после треугольника);
- сохранять внесённые в поле изменения (кнопка с изображением галочки).

На рис. 1 показан пример содержимого таблицы, отображающей результаты экспериментов. Соответствующее окно экранного интерфейса можно растягивать и сжимать. Для навигации по отображаемой таблице имеются также горизонтальная и вертикальная полосы прокрутки, в которых положение ползунка примерно указывает на позицию внутри таблицы. Используя кнопку «Ширина», можно уменьшать ширину выбранного столбца в два раза при каждом нажатии.

Для внесения в базу данных результатов текущего эксперимента необходимо после отображения содержимого нажать кнопку «Внести». Напротив, для загрузки из таблицы состояния всех текстовых полей и флажков, а также исходной информации для эксперимента и полученного результата нужно выбрать строку таблицы и нажать кнопку «Загрузить».

Имеется возможность сортировки содержимого таблицы по выбранному пользователем столбцу. Для этого достаточно щелкнуть мышью на заголовке столбца, по содержимому которого должна быть произведена сортировка.

Имеется также возможность фильтрации выводимой таблицы. Для этого предусмотрены два текстовых поля в нижней части окна (рис. 1), в первом из которых символами задается условие сравнения (равно, больше, меньше, меньше или равно, больше или равно), а во втором – текстовая строка, с которой фильтр будет производить сравнение. Для применения фильтра нужно сначала выбрать поле таблицы, к которому применяется фильтр, затем отметить флажок «Фильтр».

Можно осуществлять поиск данных, задаваемых в правом нижнем поле, выбрав мышью столбец таблицы и используя кнопку «Найти». Поиск по неполному совпадению (если начало искомой записи совпадает с заданным значением) осуществляется только в текстовых полях. В полях других типов для поиска требуется вводить содержимое поля полностью.

Для удобства реализована возможность просмотра данных базы не в виде таблицы, а в виде набора всех полей одной записи. Для этого нужно нажать кнопку «Форма» (рис. 1), и выделенная в таблице запись будет отображаться в отдельном окне (рис. 2). В этом окне также отображается стандартный навигатор Delphi для работы с содержимым таблицы с функциями кнопок, полностью аналогичными рассмотренным выше.

Для разработки пользовательского интерфейса данного окна использовались следующие элементы:

- форма для размещения на ней элементов;
- 42 элемента типа TDBEdit, которые привязаны к соответствующим полям базы данных текстового, числового типа либо типа «Дата/время»;
- 42 элемента типа TLabel, каждый из которых указывает на то, какая информация находится в расположенном рядом текстовом поле;
- восемь элементов типа TDBCheckBox, которые привязаны к соответствующим полям базы данных логического типа;
- навигатор по базе данных типа TDBNavigator.

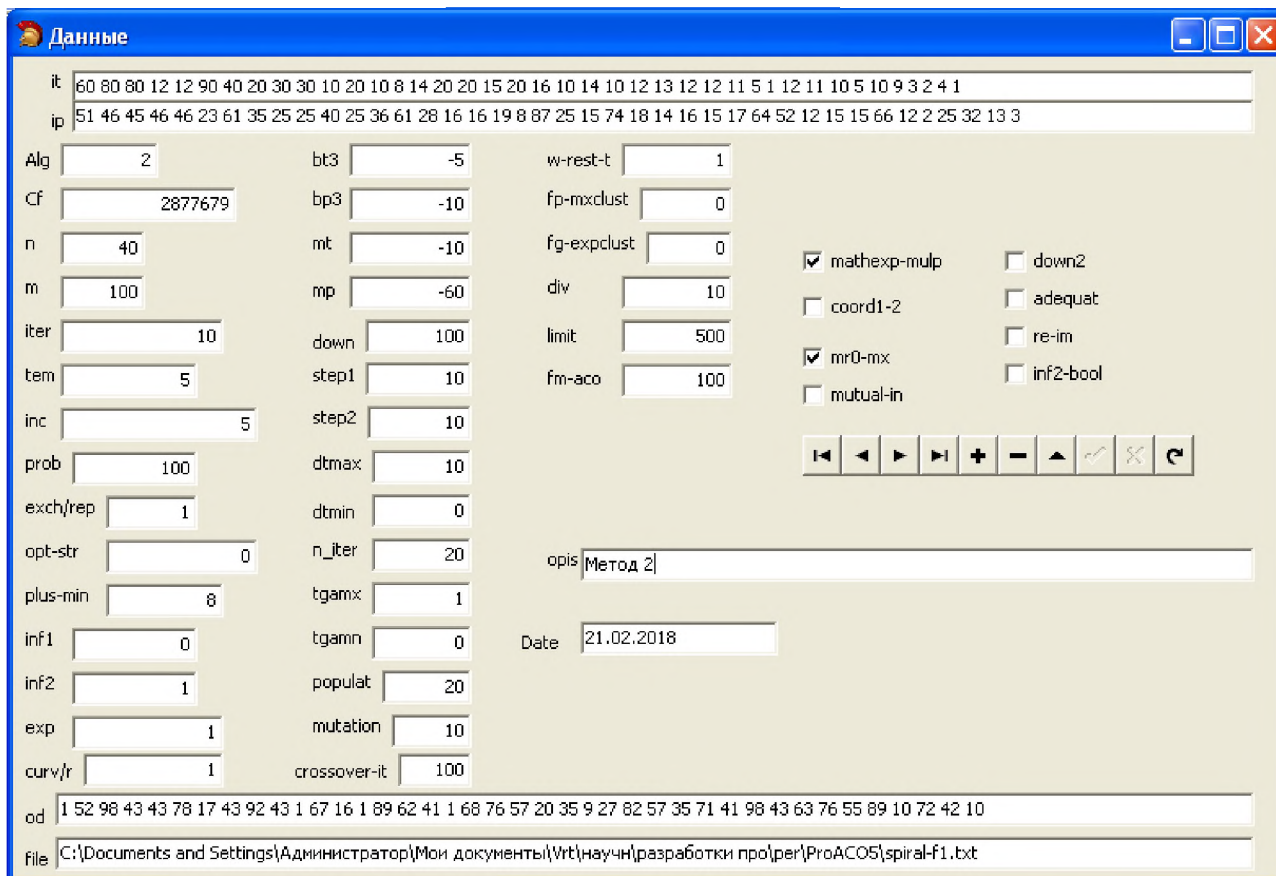


Рис. 2. Отображение содержимого одной записи в окне

В Государственном стандарте [20] указана необходимость наличия описания для каждого пакета программ. В связи с тем, что разработанная ИС является пакетом программ, для нее составлено описание в виде руководства пользователя. Это описание представляет собой документ Microsoft Office Word с именем readme.doc, находящийся в каталоге с исполняемым файлом.

Для вызова справки имеется кнопка с изображением вопросительного знака (рис. 1), при нажатии на которую отображается окно с краткими инструкциями по применению кнопок. Кроме того, для удобства работы кнопки снабжены всплывающими подсказками, в которых сообщается, для чего они предназначены.

4. Заключение

- Работа пользователей ИС в связи с внедрением базы данных стала удобнее. База данных позволяет сохранять результаты экспериментов для последующего их воспроизведения и возможности дальнейшей работы с ними.
- Необходимый для работы исполняемый файл G1.exe имеет размер 1094 кбайт.
- При запуске создаваемый процесс занимает 5,9 Мбайт оперативной памяти. Это число может увеличиваться. Например, при подключении к базе данных с 25 записями процесс занимает уже 9,8 Мбайт памяти.

- ИС использует файл базы данных с именем db1.mdb, который при отсутствии записей имеет размер 220 кбайт.

Список используемых источников

1. Димитриев А.П. Модели и алгоритмы в системах автоматизированного перевода текста // Прикладная информатика. 2013. № 6 (48). С.45-59; URL: http://appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article_id_4=1552 (дата обращения 22.02.2018).
2. Димитриев А.П. Пользовательский интерфейс программного комплекса для моделирования расписания учебных занятий // Научный альманах. 2017. № 3-3 (29). С. 79-82. doi: 10.17117/na.2017.03.03.079.
3. Димитриев А.П. Реализация алгоритма оптимизации последовательности отбора / А.П. Димитриев // Развитие науки и техники: механизм выбора и реализации приоритетов: сб. статей Межд. науч.-практ. конф. (15 июня 2017 г., г. Екатеринбург). В 3 ч. Ч. 3. Уфа: АЭТЕРНА, 2017. С. 101-103.
4. Димитриев А.П. Моделирование составления расписания учебных занятий методом PSO на сетях Петри / А.П. Димитриев, Т.Ю. Романова // Динамика нелинейных дискретных электротехнических и электронных систем

- материалы XI Всерос. науч.-техн. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2015. С. 396-397.
5. Kirkpatrick S., Gelatt Jr.C.D., Vecchi M.P. Optimization by Simulated Annealing // Science. 1983. 220 (4598). P. 671-680.
 6. Григорьев А.В. Генетический алгоритм на основе многоуровневых субпопуляций / А.В. Григорьев, В.П. Желтов // Проблемы повышения качества образования: Деп. в НИИ ВО. Тез. докл. I межвузовской науч.-практ. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. С. 29-30.
 7. Каширина И. Л. Введение в эволюционное моделирование: учеб. пособие. Воронеж: ВГУ, 2007. – 40 с.
 8. Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 352 с.
 9. Land A.H., Doig A.G. An automatic method of solving discrete programming problems // Econometrica. 1960. V. 28. P. 497-520.
 10. Турчак Л. И. Основы численных методов: учеб. пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. – М.: Физматлит, 2003. – 304 с.
 11. Грошев А. Национальный открытый университет. Основы работы с базами данных; URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/93/93/info> (дата обращения 31.01.2018).
 12. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон Рос. Федерации от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ : принят Гос. Думой 8 июля 2006 г.: одобр. Советом Федерации 14 июля 2006 г.; URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ (дата обращения 26.02.2018).
 13. Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова» (новая редакция); URL: <http://www.chuvsu.ru/images/stories/soo/dok/ustav.pdf> (дата обращения 20.02.2018).
 14. Алексеева Н.Р., Герасимова А.Г., Лавина Т.А. Подготовка будущего специалиста в области рекламы и дизайна к профессиональной деятельности в условиях использования информационных и коммуникационных технологий // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 3. – С. 106; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=26460> (дата обращения 21.02.2018).
 15. Архангельский С.И. Теоретические основы научной организации учебного процесса / С.И. Архангельский. – М.: Знание, 1975. – 41 с.
 16. Ткачева М.И. Взаимосвязь эффективности труда педагогических работников образовательных организаций и качества их трудовой жизни // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2014. № 7 (67). С. 3; URL: <http://uecs.ru/uecs67-672014/item/2967-2014-07-02-09-24-02> (дата обращения 28.02.2018).
 17. Александров А.Х. О точках, лежащих на границах области допустимых решений многокритериальной задачи исследования операций // Экономика и менеджмент систем управления. 2016. Т. 20. № 2.1. С. 180-186.
 18. Димитриев А.П. Критерий прекращения поиска решений при дискретной оптимизации расписаний // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2 (часть 2). 8 с.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21919> (дата обращения 21.02.2018).
 19. Ларичев О.И., Петровский А.Б. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы развития // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т.21. М.: ВИНТИ, 1987. С. 131-164; URL: http://www.raai.org/library/papers/Larichev/Larichev_Petrovsky_1987.pdf (дата обращения 26.02.2018).
 20. Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование : ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 : принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России 14 ноября 2000 г.; URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/2771/> (дата обращения 28.02.2018).