

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет»
Институт математики и информационных технологий

Дискретный анализ и информатика
Выпуск 9

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ

Сборник научных трудов

Под редакцией
д-ра физ.-мат. наук, проф. О. В. Кузьмина



УДК 519.1:519.2
ББК 22.176
П75

Печатается по решению ученого совета ИМИГ ИГУ

Рецензенты:

д-р техн. наук *В. Е. Розбенко*
канд. физ.-мат. наук *А. А. Бутин*

Редакционная коллегия серии:

д-р физ.-мат. наук *О. В. Кузьмин* (отв. ред.)
д-р физ.-мат. наук *А. В. Лакеев*
д-р техн. наук *Г. А. Опарин*
канд. физ.-мат. наук *Н. А. Колокольникова* (отв. секретарь)
канд. техн. наук *А. А. Семенов*
канд. физ.-мат. наук *Т. Г. Тюрнева*

П75

Актуальные проблемы прикладной дискретной математики :
сборник научных трудов / под ред. О. В. Кузьмина. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2023. – 111 с. – (Дискретный анализ и информатика ; вып. 9).

ISBN 978-5-9624-2152-0

Содержит статьи по различным разделам перечислительной комбинаторики и ее приложениям в дискретной математике и теории вероятностей.

Предназначено для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов старших курсов соответствующих специальностей.

УДК 519.1:519.2
ББК 22.176

ISBN 978-5-9624-2152-0

© ФГБОУ ВО «ИГУ», 2023

Содержание

От редактора	5
Аршинский Л. В., Аршинский В. Л. Необходимость и достаточность в задачах агрегирования для невозрастающих функций	8
Аталян А. В., Бучнев О. С. Методы для решения проблемы выбора и учета влияния сопутствующих неконтролируемых факторов	19
Бардушкина И. В., Ревякин А. М., Исаченко А. Н. Метод динамического программирования и жадный алгоритм на примере поиска оптимальных путей в сети	27
Иванчишин В. Б. Применение комбинаторного анализа к решению проблемы бинарной гипотезы Гольдбаха	33
Колокольникова Н. А. О некоторых урновых схемах с эффектом последействия	46
Кузьмин О. В., Малакичев А. О., Лавлинский М. В. Подготовка школьников к проектной исследовательской работе технической направленности	55
Кузьмина Е. Ю., Лавлинский М. В. Создание электронного образовательного ресурса «Ученые-информатики»	62
Мартьянов В. И. Применение программирования в ограничениях для генерации машин Тьюринга, решающих <i>NP</i> -трудные задачи	69
Миролюбов В. Н. Причинно-следственные связи и логические значения импликация	80
Потехина Е. А. О некоторых свойствах композиции Адамара	84
Стрихарь М. В. Диагональные сечения пирамиды Паскаля и моделирование числовых последовательностей	93
Ширяева Т. А., Шлепкин А. К., Филиппов К. А., Шлепкин А. А. Точка Ферма и случайные числа	101
НАШИ ЮБИЛЯРЫ	
Жуков Валерий Дмитриевич	110

УДК 373.167.1:519.1:004.9

**СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА
«УЧЕННЫЕ-ИНФОРМАТИКИ»***Е. Ю. Кузьмина¹³, М. В. Лавлинский¹⁴*

Аннотация. Рассматриваются процесс создания с помощью технологий HTML, JavaScript и CSS электронного образовательного ресурса по теме «Ученые-информатики» и возможности по его применению в школьном образовании.

Ключевые слова: цифровая трансформация общества, электронный образовательный ресурс, ученые-информатики, тест, галерея, гипертекстовый документ, HTML, JavaScript, CSS.

**CREATING AN ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCE
“INFORMATION SCIENTISTS”***E. Yu. Kuzmina, M. V. Lavlinsky*

Abstract. The article discusses the process of creating an electronic educational resource on the topic “Computer scientists” using HTML, JavaScript and CSS technologies and the possibilities for its use in school education.

Keywords: digital transformation of society, electronic educational resource, computer scientists, test, gallery, hypertext document, HTML, JavaScript, CSS.

Цифровая трансформация общества, происходящая в наши дни, диктует необходимость более массового внедрения электронных образовательных ресурсов (ЭОР). Понимая это, авторы учебно-методических комплектов для школ вместе с бумажной версией учебников поставляют и электронные средства обучения. Однако в силу специфики образовательной программы или применяемой педагогической технологии данных средств может быть недостаточно [4–6]. Например, тема «История вычислительной техники» в разделе «Компьютер и его программное обеспечение», изучаемая в 10-м классе, раскрывается в базовом учебном пособии не полностью, особенно в области знакомства с учеными, сделавшими весомый вклад в развитие информационно-коммуникационных технологий и теоретической информатики. При этом знакомство с основными учеными

¹³ Кузьмина Елена Юрьевна, канд. физ.-мат. наук, доц., Иркутский государственный университет, г. Иркутск, e-mail: quzminov@mail.ru

¹⁴ Лавлинский Максим Викторович, аспирант, учитель информатики и математики, Лицей ИГУ, г. Иркутск, e-mail: LavlinskiMV@mail.ru

в данной области имеет большой потенциал как для изучения предмета, так и для развития у подрастающего поколения стремления к научному познанию окружающего мира.

Таким образом, было решено спроектировать электронный образовательный ресурс по теме «Ученые-информатики» в виде многостраничного гипертекстового документа с удобной навигацией и возможностью пройти проверку знаний. В качестве теоретической основы нашего проекта были взяты результаты таких известных исследователей в области создания электронных средств обучения, как Л. Х. Зайнутдинова, О. В. Алешкина и Л. Л. Босова [1–3].

Создание электронного образовательного ресурса было осуществлено на языке гипертекстовой разметки HTML с применением языка программирования JavaScript и формального языка описания внешнего вида документа CSS. Несомненным достоинством HTML является то, что созданный на его основе ресурс не обязательно требует подключения к сети Интернет и может быть передан обучающимся в виде файлов на любых носителях, а использование гиперссылок позволит им практически мгновенно перемещаться внутри него. В качестве инструмента для разработки был использован свободный текстовый редактор с открытым исходным кодом с подсветкой синтаксиса Notepad++.



Рис. 1. Главная страница электронного образовательного ресурса «Ученые-информатики»

ЭОР является многостраничным сайтом, на который попадает пользователь при открытии его титульной страницы – Index.html (рис. 1). В верхней части страницы располагается баннер с названием и коллажем из фотографий ученых. Ниже расположена горизонтальная панель навигации со следующими кнопками: «Главная», «Об информ@тике», «Биографии»,

«Галерея», «Контакты» и «Источники информации». Еще ниже располагается блок основной информации. Данный шаблон применяется для всех страниц пособия, общая структура которого представлена на рис. 2.



Рис. 2. Структура электронного образовательного ресурса

Рассмотрим подробнее страницы электронного пособия. Страница «Об информатике» содержит вводные сведения о научной дисциплине «Информатика», в частности приводятся основные изучаемые разделы и небольшая историческая справка. Перейти на данную страницу можно, нажав на соответствующую кнопку панели навигации.

После нажатия на кнопку «Биографии», пользователь переходит на страницу, в которой находится список ученых из области информатики с изображением каждого из них (рис. 3). Имена ученых и их фотографии являются гиперссылками на соответствующие страницы с биографиями. Страница о каждом конкретном ученом представляет собой краткую статью о нем, в которой отражены основные этапы жизни и его вклад в развитие информационной науки (рис. 4). Всего в пособии представлено 13 биографий (на рис. 3 отражены ссылки на 12 из них).



Рис. 3. Страница «Биографии»

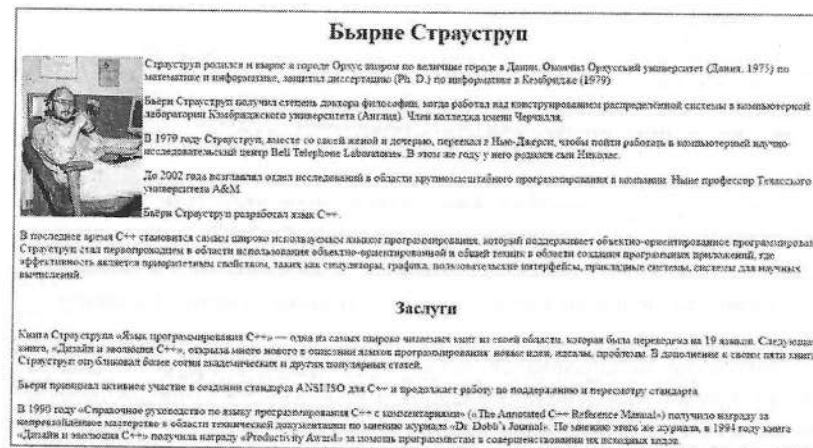


Рис. 4. Страница, посвященная биографии Б. Страуструпа

Кнопка «Галерея» активирует страницу с 65 фотографиями ученых. Каждую фотографию можно просмотреть в отдельном окне в большем разрешении и с поясняющей надписью (рис. 5). При создании галереи использовалась функция openImageWindow языка программирования JavaScript (рис. 6).



Рис. 5. Страница «Галерея» с активированным кастомизированным окном для лучшего просмотра графической информации


```

<script type="text/javascript">
function openImageWindow(ero, win_title) {
    var image = new Image();
    image.src = ero;
    var width = image.width+20;
    var height = image.height+30;
    myWin = Window.open("", "Image", "width="+width+", height="+height+", left=8*0, top=300, resizable=0, location=0, toolbar=0");
    myWin.document.clear();
    myWin.document.write("<html><head><title> win_title + "</title></head><body>");
    myWin.document.write("");

    myWin.document.write("</body></html>");
    myWin.document.close();
}
</script>

```

Рис. 6. Скрипт для активации кастомизированного окна на странице «Галерея»

JavaScript использовался также при создании эффекта изменения изображения кнопки панели навигации в зависимости от нахождения курсора мыши (рис. 7). Событиями мыши являются `mouseover` – мышь появилась над элементом и `mouseout` – мышь ушла с элемента (рис. 8). Это сделано для дополнительного удобства пользователя при переходе между страницами.



Рис. 7. Эффект изменения изображения кнопки панели навигации в зависимости от нахождения курсора мыши

```

<script type="text/javascript">
function openImageWindow(ero, win_title) {
    var image = new Image();
    image.src = ero;
    var width = image.width+20;
    var height = image.height+30;
    myWin = Window.open("", "Image", "width="+width+", height="+height+", left=8*0, top=300, resizable=0, location=0, toolbar=0");
    myWin.document.clear();
    myWin.document.write("<html><head><title> win_title + "</title></head><body>");
    myWin.document.write("");

    myWin.document.write("</body></html>");
    myWin.document.close();
}
</script>

```

Рис. 8. Скрипт для работы эффекта изменения изображения кнопки

Страница «Контакты» содержит информацию для возможной коммуникации с авторами. Библиографический список в виде активных ссылок на размещенные в интернете ресурсы доступен после перехода на страницу «Источники информации».

Кроме того, на главной странице доступна ссылка на тест из 10 вопросов для проверки знаний по теме образовательного ресурса (рис. 9). Функция для проверки правильности выполнения заданий написана с помощью языка программирования JavaScript. Результатом выполнения теста для пользователя является количество верных ответов.

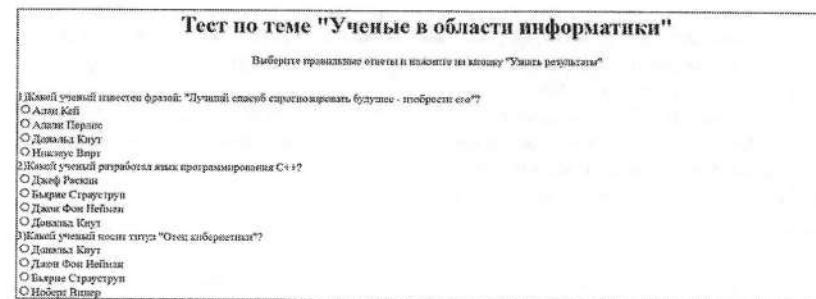


Рис. 9. Страница «Тест по теме «Ученые в области информатики»»

При разработке ЭОР соблюдались следующие дидактические принципы: лаконичность и логичность изложения учебного материала, систематизированный и автономно замкнутый материал и гипертекстовый формат материала.

Следует также отметить, что в процессе экспериментальной апробации были внесены необходимые коррекции его содержательного и мультимедийного компонента.

Электронный образовательный ресурс по теме «Ученые-информатики» помогает повысить мотивацию к изучению информатики и имеет потенциал к духовно-нравственному воспитанию подрастающего поколения через знакомство с биографиями выдающихся ученых. Пособие можно применять как в рамках урока с использованием технологии смешанного обучения, так и во внеурочной работе в качестве дополнительного источника информации в проектной работе учащихся. Кроме того, есть возможность дополнения пособия за счет статей, написанных учащимися, а также использования электронного ресурса в качестве образца для проектных работ учащихся.

Перспективой развития разработанного нами электронного образовательного ресурса является создание мобильного приложения по теме «Ученые-информатики», а также дополнение контента.

Литература

1. Алешкина О. В. Применение электронных учебников в образовательном процессе // Молодой ученый. 2014. № 11. С. 389–391.
2. Босова Л. Л., Зубченко Н. Е. Электронный учебник: вчера, сегодня, завтра // Образовательные технологии и общество. 2013. Т. 16, № 3. С. 697–712.

3. Зайнутдинова Л. Х. Создание и применение электронных учебников : монография. Астрахань : ЦНТЭП, 1012. 364 с.

4. Кузьмина Е. Ю., Лавлинский М. В., Алдашкин К. Д. Среда разработки учебных курсов по информатике // Актуальные вопросы прикладной дискретной математики : сб. науч. тр. / под ред. О. В. Кузьмина. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2022. Вып. 8. С. 86–93.

5. Лавлинский М. В. Система задач, направленная на развитие комбинаторно-логического мышления в курсе информатики (из опыта работы) // Проблемы учебного процесса в инновационных школах : сб. науч. тр. / под ред. О. В. Кузьмина. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2011. Вып. 16. С. 80–87.

6. Лавлинский М. В. Создание электронного учебного пособия по теме: «Город Иркутск и Иркутская область в годы Великой Отечественной войны» // Проблемы учебного процесса в инновационных школах : сб. науч. тр. / под ред. О. В. Кузьмина. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2021. Вып. 26. С. 62–68.

УДК 519.6

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ОГРАНИЧЕНИЯХ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ МАШИН ТЬЮРИНГА, РЕШАЮЩИХ *NP*-ТРУДНЫЕ ЗАДАЧИ

*В. И. Мартьянов*¹⁵

Аннотация. Предлагается использовать для решения *NP*-полных (трудных) задач модификацию методов удовлетворения ограничением (УО) включением автоматического доказательства теорем (АДТ), а программирования в ограничениях – генераций машин Тьюринга (МТ). Отмечается, что в настоящее время УО использует АДТ в усеченной форме (логическое программирование), а предлагается использовать метод инвариантных преобразований (МИП), который является полноценным АДТ. Кроме того, использовать методы УО для генерации МТ, решающих *NP*-трудные задачи, рекомендуется записанные на ленте МТ, что является расширением возможностей программирования в ограничениях.

Ключевые слова: *NP*-трудные задачи, удовлетворение ограничениям, программирование в ограничениях, искусственный интеллект, автоматическое доказательство теорем.

APPLICATION OF CONSTRAINT PROGRAMMING TO GENERATE TURING MACHINES SOLVING *NP*-HARD PROBLEMS

V. I. Martyanov

Abstract. It is proposed to use for solving *NP*-complete (difficult) problems a modification of the methods of satisfaction by constraint (UO) by including automatic proof of theorems (ADT), and programming in constraints by generating Turing machines (MT). It is noted that currently the UO uses ADT in a truncated form (logical programming), and it is proposed to use the method of invariant transformations (MIP), which is a full-fledged ADT. In addition, it is recommended to use UO methods to generate MT solving *NP*-hard problems recorded on the MT tape, which is an extension of programming capabilities in constraints.

Keywords: *NP*-hard problems, constraint satisfaction, constraint programming, artificial intelligence, automatic proof of theorems.

Введение

Алгоритмическая сложность проверки выполнимости высказываний
 $\alpha(x_1, x_2, \dots, x_n)$

¹⁵ Мартьянов Владимир Иванович, д-р физ.-мат. наук, доц., проф. кафедры теории вероятностей и дискретной математики, Иркутский государственный университет, г. Иркутск, e-mail: MartVIIv@mail.ru