

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 8*

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 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
А43

Серия основана в 2006 году

Печатается по решению ученого совета ИМИТ ИГУ

Рецензенты:

д-р техн. наук *А. В. Данеев*
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*

А43 **Актуальные вопросы прикладной дискретной математики** : сб. науч. тр. / под ред. О. В. Кузьмина. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2022. – 128 с. – (Дискретный анализ и информатика ; вып. 8).

ISBN 978-5-9624-2021-9

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

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ПРИКЛАДНОЙ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ**

Редактор *А. В. Врон*

Темплан 2022. Поз. 17. Подписано в печать 22.03.2022. Формат 60×90 1/16
Усл. печ. л. 8,1. Тираж 75 экз. Заказ 22

ИЗДАТЕЛЬСТВО ИГУ

664082, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 124
тел.: +7(3952) 53-18-53 e-mail: izdat@lawinstitut.ru

ISBN 978-5-9624-2021-9

© ФГБОУ ВО «ИГУ», 2022

Содержание

От редактора	5
<i>Аришинский Л. В., Лебедев В. С.</i> Применение нестрогой вероятности в задачах индуктивного вывода	9
<i>Захаров Д. В.</i> О проблеме построения логических триггеров в событийно-ориентированных системах	17
<i>Иванчишин В. Б.</i> Свойства интервала между простым числом больше 7 и его квадратом	24
<i>Кожухов И. Б., Ревякин А. М., Ярошевич В. А.</i> Теория измерений, бинарные отношения и регулярные полугруппы изотонных преобразований	39
<i>Колокольникова Н. А.</i> Число непустых ячеек при геометрическом распределении числа размещаемых частиц	49
<i>Кузьмин О. В., Старков Б. А.</i> Построение оптимальной стратегии действий и генеративное моделирование	58
<i>Кузьмин О. В., Лавлинская А. А., Кузнецов К. А., Корнилов М. Р.</i> Применение метода детекции объектов на изображениях для обнаружения лесных пожаров с помощью беспилотных летательных аппаратов	65
<i>Кузьмин О. В., Лавлинский М. В., Былков Е. Г., Харитонов И. А.</i> Создание модельного ряда БПЛА для обнаружения угроз лесных пожаров и разливов рек	73
<i>Кузьмина Е. Ю., Лавлинский М. В., Алдашкин К. Д.</i> Среда разработки учебных курсов по информатике	86
<i>Мартьянов В. И., Степаненко А. А.</i> База данных автомобильных дорог Иркутской области	94
<i>Потехина Е. А.</i> О некоторых комбинаторных интерпретациях композиции Адамара	101
<i>Старков Б. А.</i> Комбинаторные конфигурации, формируемые при помощи треугольника Паскаля и траектории	111
<i>Ширяева Т. А., Шлепкин А. К., Филиппов К. А., Шлепкин А. А.</i> О формулах суммирования конечных сумм специального вида	120
Страницы нашей истории	126

УДК 373.167.1:519.1:004.9

**СРЕДА РАЗРАБОТКИ УЧЕБНЫХ КУРСОВ
ПО ИНФОРМАТИКЕ***Е. Ю. Кузьмина¹, М. В. Лавлинский², К. Д. Алдашкин³*

Рассматривается реализация среды разработки учебных курсов по информатике, состоящая из трех компонентов: среды для ученика, в которой производится изучение материала; редактора курсов, который позволяет создать учебный курс; сервера, позволяющего синхронизировать процесс в классе или во всей школе.

Ключевые слова: среда разработки учебных курсов, информатика, сервер, C#, .NET Framework, Visual Studio IDE.

**DEVELOPMENT ENVIRONMENT
FOR COMPUTER SCIENCE TRAINING COURSES***E. Yu. Kuzmina, M. V. Lavlinsky, K. D. Aldaschkin*

The article discusses the implementation of the environment for developing training courses in informatics, which consists of three components: an environment for the student in which the study of the material is carried out; course editor, which allows you to create a training course; a server that allows you to synchronize the process in the classroom or throughout the school.

Keywords: Curriculum Development Environment, Computer Science, Server, C#, .NET Framework, Visual Studio IDE.

Введение

Информационные технологии являются одними из самых важных среди всех остальных в современном мире, так как практически во всех сферах жизни человека и общества требуется об-

¹ Кузьмина Елена Юрьевна, канд. физ.-мат. наук, директор, учитель математики, МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска, доц. кафедры теории вероятностей и дискретной математики, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск, e-mail: quzminov@mail.ru

² Лавлинский Максим Викторович, учитель информатики и математики, МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска, аспирант кафедры теории вероятностей и дискретной математики, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск, e-mail: lavlinskimv@mail.ru

³ Алдашкин Кирилл Денисович, учащийся, МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска, г. Иркутск, e-mail: a89086520092k@yandex.ru

работка информации. Это повышает значимость таких предметных дисциплин, как «Дискретная математика» и «Информатика», в школьном образовании [7; 8]. Нами уже был создан программный комплекс по разделу «Введение в теорию графов». Его апробация показала эффективность и актуальность электронных средств обучения [3; 4; 5; 6]. Кроме того, иногда присутствует необходимость организации дистанционного обучения, т. е. без прямого присутствия учителя [1]. В таком случае привычная форма организации обучения становится невозможной. Для решения данной проблемы нами реализована среда разработки учебных курсов по информатике, состоящая из трех компонентов:

- 1) среды для ученика, в которой производится изучение материала;
- 2) редактора курсов, который позволяет создать учебный курс;
- 3) сервера, позволяющего синхронизировать процесс в классе или во всей школе.

Критериями оценки созданной среды являются стабильность работы и расширяемость.

Инструменты

Для создания среды разработки учебных курсов нами были выбраны такие инструменты, как язык C# и платформа .NET Framework. В качестве среды разработки была использована программа Visual Studio IDE [2].

C# – объектно ориентированный язык программирования, поддерживающий как строгую, так и динамическую типизацию. Выпуск этого языка произошел в 2000 г. и обновляется до сих пор одновременно со своей платформой (.Net Framework и .Net Core) [9].

.NET Framework – программная платформа, выпущенная в 2002 г. компанией Microsoft. На данный момент получает развитие в .Net Core, который в отличие от старого варианта, является кросс-платформенным.

Одним из преимуществ платформы .Net Framework является крайне малый размер программ – они компилируются не в процессорный код, а в специальный байт-код, который потом расшифровывает установленный на ПК пользователя дистрибутив .Net Framework.

Новые версии этой платформы устанавливаются отдельно, поэтому была выбрана версия .Net Framework 3.5 – она идет по умолчанию вместе с Windows начиная с седьмой версии (процент использования версий 7 и выше составляет 95 %), однако эту версию можно вручную установить и на XP, что осуществляет поддерживаемость в районе 99,8 %.

Изначально на C# можно было писать приложения только для Windows, используя .Net Framework, однако на данный момент усиленно развивается другое решение – .Net Core, позволяющее писать программу для Windows/Linux/Mac OS.

Интегрированная среда разработки (IDE) Visual Studio имеет наибольший функционал среди альтернатив:

- загрузка кода с репозитория (фирменный Azure, GitHub и проч.);
- выбор функции для использования на основе написанной части ее названия;
- предложение нескольких вариантов устранения синтаксических ошибок (дается на выбор пару действий, которые изменяют код сразу в нескольких местах, тем самым устраняя ошибку). Также предлагает упрощение кода там, где это имеет смысл.

Курс и пользователь

Сначала были разработаны принцип хранения курсов, их состав и механизм создания пользователей по ним. В итоге было решено: использовать четыре уровня иерархии (Курс → Раздел → Параграф → Задача/Тест/Теория), а сам курс хранить в виде zip-архива, состоящего из:

- 1) единственного bin-файла, содержащего список разделов, параграфов и задач/тестов/теории. В этот файл сохраняется непосредственно сам объект курса с помощью сериализации;
- 2) любого количества дополнительных файлов, используемых в учебном материале. Материал представляется HTML-страницами и нужными для этих страниц файлами.

Сериализация – это процесс преобразования объекта программы, хранящегося в памяти в поток байтов, который затем может быть сохранен, а в будущем обратно загружен в программу. Обратный процесс называется десериализацией.

При создании учетной записи пользователя локально или на сервере добавляется запись с именем пользователя и списком задач. Дополнительные материалы загружаются из курса при необходимости.

Список курсов и пользователей, а также вся необходимая информация хранятся в двух отдельных файлах. В базе данных курсов есть только название курса и относительный путь к zip-архиву. В базе данных пользователей хранится название пользователя и относительный путь к bin-файлу. Также можно скрыть пользователя и/или защитить его паролем. В первом случае дополнительно будет храниться имя пользователя (системного), под которым он был создан, а во втором – SHA512 хеш пароля.

Редактор курсов

Редактор курсов при открытии курса распаковывает весь архив, а сам по себе он является простым интерфейсом для изменения свойств загруженного проекта.

Сервер

Сервер работает в режиме ожидания, обрабатывая запросы пользователей. Среда ученика при первой попытке отобразить список сетевых пользователей пытается подключиться к серверу, и в случае успеха запрашивает список пользователей. В основном сервер отправляет ответ только при получении запроса, но также может отправлять и некоторую информацию самостоятельно, а именно уведомление о своем выключении и об обновлении списка пользователей. Уведомления и ответы на запросы должны отделяться средой ученика друг от друга.

Создание программы

Сначала был написан код курса и проверки задач. Курс, раздел, параграф и задача/теория/тест были описаны классами. Теория, задача и тест являются базовыми элементами, поэтому они были наследованы от абстрактного класса, описывающего общие сходства между всеми этими элементами.

Затем был разработан интерфейс (рис. 1). Было создано два окна: одно окно отвечает за оперирование пользователями – создание, удаление и выбор, а второе – за работу над выбранным пользователем. Основное окно было разбито на несколько частей:

часть для написания кода, часть для отображения материала и часть для отображения результатов.

Вместе с этим было реализовано хранение курсов. Курсы хранят в себе задачи и тесты без решения. При создании учетной записи пользователя делается копия этого курса и заполняется решениями ученика.

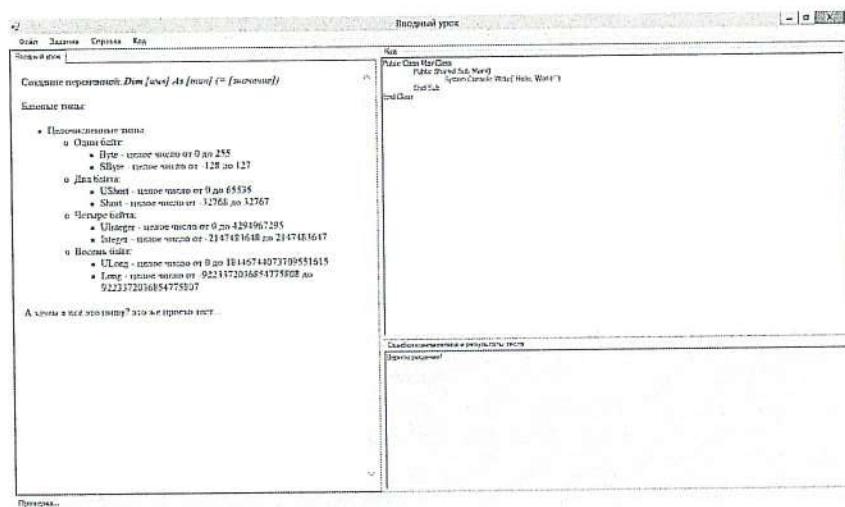


Рис. 1. Интерфейс среды разработки учебных курсов по информатике

Затем была начата работа над редактором курсов. Интерфейс редактора был разделен на две части: содержание курса и поле для редактирования выбранного элемента. Так как он является просто способом визуально редактировать экземпляр класса, хранящийся в курсе, то для всех элементов, хранящихся в нем, нужно было создать отдельные редакторы. Таким образом, реализованы редакторы задач, тестов и теоретических уроков.

При открытии курса для редактирования всё его содержимое (кроме bin-файла, он десериализуется) распаковывается в отдельную папку, которую можно открыть в проводнике через отдельный пункт меню для добавления учебного материала. При сохранении курса измененный экземпляр класса курса сериализуется, а полученный bin-файл вместе с ранее распакованным учебным материалом обратно запаковываются.

Затем была начата разработка сервера. Было решено использовать протокол TCP-IP, при котором команды посылают в текстовом виде со всеми необходимыми параметрами, а сервер отправляет ответ тому, кто отправил запрос, и при необходимости уведомляет всех клиентов об обновлении списка пользователей.

Для экономии места на сервере хранятся не zip-архивы курсов, а только bin-файлы, так как серверу не нужно отображать учебный материал, а только оперировать пользователями. Это повышает скорость создания пользователя (не нужно распаковывать архив, а только копировать bin-файл), хоть и требует переноса курса и на учебный компьютер, и на сервер.

Важно было реализовать запрет на открытие одного пользователя несколькими клиентами, во-первых, для предотвращения конфликта одновременного сохранения, а во-вторых, в логических целях.

При выключении или ошибке сервер уведомляет каждого клиента о своем выключении, а они в ответ отправляют текущее состояние пользователя, если таковой был загружен.

Тестирование

После создания программы было произведено три тестирования в виде полноценных уроков, для которых создавался небольшой курс. После каждого тестирования проводилось исправление багов.

Первое тестирование выявило частое падение сервера в момент отключения пользователя, иногда сервер пытался отправить запрос на отключение уже отключенному клиенту. Из более мелких недоработок было обнаружено плохое расположение кнопки начала теста, а также сброс написанного кода при переходе на другую задачу (т. е. было необходимо вручную сохранять написанный код).

Перед вторым тестированием были исправлены проблемы, обнаруженные во время первого тестирования, а также устранена неспособность запуска программ на своих тестах.

Во время второго тестирования была выявлена слишком высокая нестабильность сервера, связанная с использованием кода из среды ученика, а также с отсутствием регулировки запросов к файлам учеников из разных потоков. Было принято решение полного переписывания сервера, был написан отдельный код для работы с файлами учеников, а также использован мьютекс для защиты файлов учеников от одновременного запроса к ним из разных потоков.

Перед третьим тестированием, кроме перенаписания сервера, была исправлена проблема с кодировкой текста во входных и выходных файлах при проверке задач. Эта проблема не позволяла корректно решать задачи, подразумевающие работу с кириллицей.

Новый сервер стал работать практически безотказно, и система в общем стала работать стабильно. Ошибки теперь стали крайне специфичны и проявлялись только на нескольких компьютерах из двадцати.

Выводы

Была получена достаточно стабильная и расширяемая (для добавления нового языка нужно лишь добавить код для компиляции программы и отображения синтаксических ошибок) среда (рис. 2, 3), состоящая из трех программ и прошедшая тестирование.

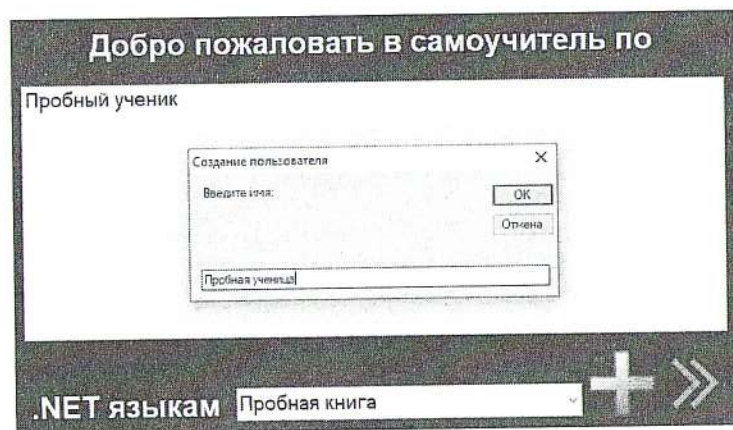


Рис. 2. Стартовое окно приветствия

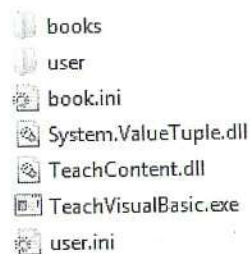


Рис. 3. Итоговый каталог проекта

Литература

1. Алфимова А. С. Особенности разработки электронных учебных пособий для преподавания элективных курсов в профильной школе // Уч. зап. М., 2009. Вып. 30, ч. 2. С. 188–192.
2. Средства разработчика, техническая документация и примеры кода. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru>.
3. Кузьмин О. В., Лавлинский М. В. Электронное учебное пособие по разделу «Введение в теорию графов» для учебного курса «Дискретная математика». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2021618136 от 24 мая 2021 г. Федеральная служба по интеллектуальной собственности. 2021. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46312132>.
4. Кузьмина Е. Ю., Кузьмин О. В., Лавлинский М. В. Изучение алгоритмов на графах при помощи демонстрационных учебных моделей // Прикладные вопросы дискретного анализа : сб. науч. тр. Сер.: Дискретный анализ и информатика. Иркутск, 2020. Вып. 6. С. 63–77.
5. Кузьмин О. В., Лавлинский М. В. Разработка программного комплекса к элективному курсу «Дискретная математика» по разделу «Введение в теорию графов» // Информатизация образования и методика электронного обучения : материалы III Междунар. науч. конф. / Сиб. федер. ун-т, Ин-т космич. и информ. технологий. 2019. С. 368–371.
6. Кузьмина Е. Ю., Лавлинский М. В. Обзор программного комплекса к элективному курсу «Дискретная математика» по разделу «Введение в теорию графов» // Проблемы учебного процесса в инновационных школах : сб. науч. тр. / под ред. О. В. Кузьмина. Иркутск, 2019. С. 109–116.
7. Кузьмина Е. Ю., Лавлинский М. В. Информационно-интегративные связи курса дискретной математики в Лицее ИГУ // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. 2015. № 13. С. 81–89.
8. Кузьмин О. В. Роль дискретной математики в научной работе старшеклассников // Компьютер в школе. 2000. № 2 (16). С. 12–14.
9. Полное руководство по языку программирования C# 9.0 и платформе .NET 5. URL: <https://metanit.com/sharp/tutorial/> (дата обращения: 08.10.2021).