

Реализация нового типа задач «электронные таблицы» в цифровой образовательной платформе Мирера

И.А. Васильев¹, А.Г. Леонов², К.А. Машенко³, А.В. Шляхов⁴

¹ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, vanya71161@gmail.com;

²ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия, МПГУ, Москва, Россия, Государственный университет управления, Москва, Россия, dr.l@vip.niisi.ru;

³ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, kirill010399@vip.niisi.ru;

⁴ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, Москва, Россия, shlyakhov@vip.niisi.ru

Аннотация. Электронные таблицы успешно используются во многих областях экономики, финансах, бизнесе и т.п. Для получение школьниками и студентами компетенций по работе с электронными таблицами было принято решение добавить в цифровую образовательную платформу Мирера возможность использовать в курсах задания с электронными таблицами, для чего и был создан соответствующий авторский модуль. Изучение электронных таблиц определено ФГОСом по информатике основной школы, задачи на использование электронных таблиц входят в государственные итоговые испытания школьников. Разработанный модуль полностью покрывает требуемый объем знакомства с электронными таблицами и позволяет создавать контексты с автоматизированной проверкой в цифровой образовательной платформе Мирера, не устанавливая на компьютер ученика какое-либо дополнительное программное обеспечение.

Ключевые слова: информатика, цифровая образовательная платформа Мирера, электронные таблицы, работа с данными, формулы

1. Введение

Бум активного использования МООК систем, который произошел во втором десятилетии XXI века, не сопровождался предоставлением педагогам полного набора автоматизированных ресурсов для проверки заданий студентов [1]. В российском образовании уделяется определенное внимание облегчению труда педагога путем автоматизации рутинных функций по проверке заданий [2]. Авторы уверены, что цифровизация образования может сделать преподавание естественно-научных дисциплин более эффективным за счет включения в каждый классический курс большого набора практических заданий, проверка правильности выполнения которых обучаемым автоматически выполняется компьютерной системой [3]. Разработанная авторами цифровая образовательная платформа Мирера полностью отвечает сформулированному критерию [4]. ЦОП Мирера предлагает широкий круг тестирующих систем по различным дисциплинам, от компиляторов до автоматической оценки текстового задания [5], и ее возможности расширены внедрением электронных таблиц [6].

Популярность и широкое распространение электронные таблицы получили еще в прошлом веке. Для того, чтобы уметь обрабатывать табличные данные, производить на их основе рас-

четы, а также успешно сдать единый государственный экзамен [7], включающий в себя обработку таблиц [8], современным школьникам и студентам необходимо иметь определенные компетенции по работе с электронными таблицами, для чего в цифровую образовательную платформу Мирера был интегрирован новый тип задач «электронные таблицы». Студентам и преподавателям предлагается весь необходимый функционал, требующийся для решения различных задач, так или иначе связанных с обработкой табличных данных: автоматическая проверка решений, шаблоны в задачах с возможностью запрета редактирования и использование базовых формул. В отличие от цифровых образовательных сред КуМир [9] и ПиктоМир [10], которые являются самостоятельными устанавливаемыми приложениями, модуль электронных таблиц полностью интегрирован в Миреру, поэтому для выполнения заданий по электронным таблицам в Мирере не требуется устанавливать на компьютер ученика никакие дополнительные программные системы.

2. Механизм шаблонов

В новом типе задач «электронные таблицы», как и во всех других типах задач, используемых в Мирере, реализована метафора шаблона – за-

ранее подготовленной преподавателем защищенной части решения. Наличие шаблонов является серьезной помощью студенту. Однако, если, например, в типе задач «программирование» шаблон нужен студенту для того, чтобы, отталкиваясь от него, написать свой собственный код, то в задачах на таблицы преподаватель может предоставлять в качестве шаблона данные, с которыми нужно производить вычисления. Предоставляемые данные можно защитить от редактирования студентом, чтобы исключить возможность случайно их испортить. На рис. 1

представлен пример шаблона в таблице у студента.

Интерфейс шаблона в электронных таблицах фактически точно такой же, как и в остальных типах задач: ячейки, принадлежащие шаблону, окрашиваются в темно-серый цвет и становятся заблокированными от редактирования. Реализован данный функционал путем хранения массива ячеек, принадлежащих шаблону. Таким образом, всегда, когда студент будет открывать свое решение, будет осуществляться пробег по таблице и замена ячеек, принадлежащих этому массиву, на ячейки шаблона.

Решение

					Normal ▾	Arial ▾	10 ▾	B
		A	B	C				
1		Шаблон:	Решение:					
2		Топология	5					
3		Алгебра	5					
4		Теория чисел	4					
5		Мат. статистика	5					
6		Мат. анализ	3					
7		ТФКП	4					
8								

Рис. 1. Шаблон в задаче

3. Формулы

Поскольку одним из основных назначений нового типа задач «электронные таблицы» было проведение тестирований в формате ЕГЭ (единого государственного экзамена) по информатике на основе цифровой образовательной платформы Мирера, очень важной частью проделанной работы является реализация механизма формул. Задачи экзамена заключаются в обработке данных, приведенных в условии: подсчету средней температуры, поиска ее максимума или минимума за определенный срок, сортировке столбцов и строк, и так далее. Для выполнения подобного рода задач, необходима реализация достаточно полного набора формул, который в текущей реализации состоит из десятка формул: СУММ, МАКС, МИН, КОНКАТ, ЕСЛИ, И,

ИЛИ, СЧЕТЕСЛИ, СУММЕСЛИ, СРЗНАЧЕСЛИ, имена которых можно писать и на английском. (В примерах ниже мы используем английскую транскрипцию).

Номенклатура формула была выбрана так, чтобы в электронных таблицах Миреры могли быть решены все задания последних лет ЕГЭ по информатике, подразумевающие использование электронных таблиц. Основная сложность в реализации формул заключалась в том, чтобы сделать максимально информативными и понятными сообщения об ошибках в формулах.

На рис. 2 представлен пример работы формулы СУММЕСЛИ. Для того, чтобы показать и запись формулы, и ее результат, она введена дважды: слева – неактивное состояние (результат работы), справа – состояние редактирования (запись формулы).

	A	B	C
1	Оценки за полугодие:	Результат:	Запись:
2	4	22	=SUMIF(a2:a7; ">=4")
3	5		
4	5		
5	3		
6	4		
7	4		

Рис. 2. Пример работы формулы SUMIF

3.1. Реализация вложенности формул

Хотя при решении задач ЕГЭ необходимость вложенных формул с большой глубиной не встречается, было решено реализовать вложенность произвольной глубины.

Для реализации вложенности было использовано некоторое подобие рекурсивной обработки введенной в ячейку строки. Во время ее парсинга мы можем неоднократно встретить символ “(”, причем первое его появление свидетельствует лишь о вызове обычной формулы, а вот второе и следующие - о том, что в ячейку введено несколько формул. Для обработки такого случая был заведен счетчик открывающихся ско-

бок, и как только его значение начинает превышать единицу, функция, обрабатывающая ячейку, вызывается снова внутри себя самой и в качестве аргумента получает уже лишь некоторую подстроку, содержащую вложенную формулу. После того, как дочерняя функция отрабатывает, родительская получает ее результат, то есть, результат работы подформулы, с которым теперь уже тоже можно работать как с обычным числом или строкой. Конечно, таких вложенностей может быть и несколько, работа функций от этого никак не изменится, просто увеличится количество их вызова внутри себя. На рис. 3 представлен пример работы вложенных формул =ЕСЛИ() и =ИЛИ(), с вызовом второй внутри первой.

	A	B	C
1	Работа на уроке:	Результат:	Запись:
2	3	True	=IF(OR(A2>=4, A4 >=4); "True"; "False")
3	Домашняя работа:		
4	4		

Рис. 3. Вложенные формулы IF и OR

4. Система хранения и рендеринга данных

Для того, чтобы интерфейс электронных таблиц не сильно отличался привычного в России интерфейса зарубежных прототипов, была реализована достаточно сложная система хранения и отрисовки данных таблиц. На сервере вся информация о решении студента хранится в виде файла, распаковывая который можно получить JSON строку, парсинг которой приводит нас к

объекту, хранящему в своих полях полную информацию о решении. Для последующей отрисовки числовых, строковых или других данных, нам всего лишь нужно обратиться соответствующим образом к объекту и отрисовать полученные данные. Однако, если, например, в ячейку таблицы была введена формула вида =СУММ(A1:A10), то нам нужно рендерить именно результат работы формулы, а не ее запись, и только при непосредственном двойном нажатии на эту ячейку показывать запись фор-

мулы. Для этого было реализовано несколько последовательно вызывающихся функций, которые анализируют содержимое переданной им в аргумент ячейки и на основе полученной информации возвращают финальное значение, которое необходимо отобразить в таблице. В качестве

примера на рис. 4 изображены две одинаковые формулы, причем с левой стороны – результат работы формулы (то есть неактивное состояние ячейки), а с правой – формальная запись формулы (то есть ее состояние после двойного нажатия на ячейку).

	A	B	C	D
1	1	Неактивное:	Активное:	
2	2	21	=SUM(a1:a6)	
3	3			
4	4			
5	5			
6	6			

Рис. 4. Активное и неактивное состояние ячейки с формулой

5. Проверка решений

После того, как был реализован основной функционал электронных таблиц, оставался последний шаг – внедрение такой же автоматической проверки, которая используется в других типах задач. Процесс проверки осуществляется следующим образом: в функцию проверки приходят два файла – решение студента и эталонное решение, после чего в цикле сверяются все ячейки обеих таблиц. Важно отметить, что ячейки проверяются по-разному в зависимости от их содержимого. Если ячейки содержат обычные данные, то для прохождения проверки им необходимо быть полностью идентичными. Если же ячейка начинается с символа “=”, т.е. содержит формулу, то перед проверкой из нее удаляются все пробельные символы, т.к. они не играют никакой роли и наличие лишнего пробела в формуле у студента не должно являться ошибкой. Другой важной особенностью является то, что таблицы проверяются “в обе стороны”, т.е. все непустые ячейки, содержащиеся в эталонном решении, должны быть также и в решении студента, и наоборот.

6. Примеры использования электронных таблиц

Разберем в качестве примера создание и решение типового задания №9 из ЕГЭ по информатике [11]. По условию нам дан файл с элек-

тронной таблицей, содержащей данные о тестировании учеников по выбранным ими предметам. В столбце А записан код округа, в котором учится ученик; в столбце В – фамилия, в столбце С – выбранный учеником предмет; в столбце D – тестовый балл. Всего в электронную таблицу были занесены данные по 1000 учеников.

Необходимо определить количество учеников, проходивших тестирование по информатике и набравших более 600 баллов, и записать ответ в ячейку H2. А также найти средний тестовый балл учеников, проходивших тестирование по информатике, ответ записать в ячейку H3. Для того, чтобы создать такую задачу на цифровой образовательной платформе Мирера, преподаватель должен проделать следующую последовательность действий:

1. Скопировать условие в описание задачи в контексте.
2. Скачать таблицу, данную в задаче, и вставить ее в эталонное решение.
3. Для ответа на первый вопрос необходимо записать в ячейку E2 формулу =ЕСЛИ(И(D2>600; C2="информатика");D2;0) и скопировать ее в диапазон E3:E1001.
4. Применить операцию =ЕСЛИ(E2>0;1;0) и получить столбец (F): с единицами и нулями. Далее, использовать операцию =СУММ(F2:F1001).
5. Для ответа на второй вопрос необходимо записать в ячейку G2 следующее выражение: =ЕСЛИ(C2="информатика"; D2;0), в результате применения данной операции к диапазону ячеек

G2:G1001, получить столбец, в котором записаны баллы только учеников, сдававших информатику.

6. Сложить значения в ячейках, получить сумму баллов учеников. Найти количество учеников, сдававших информатику, с помощью команды `=СЧЁТЕСЛИ(C2:C1001;"информатика")` и разделить полученное значение на количество учеников.

7. В шаблоне нажать кнопку “Скопировать

эталонное решение”, после чего из шаблона стереть введенные ранее формулы.

8. Выключить кнопку “Разрешить студенту редактирование”.

После выполнения этих простых шагов, задача будет полностью готова, и студенты смогут приступить к ее выполнению. На рис. 5 представлен заблокированный шаблон с данными из описанной выше задачи.

	A	B	C	D	E	F	G
1	округ	фамилия	предмет	балл			
2	С	Ученик 1	физика	240	0	0	3
3	В	Ученик 2	физкультура	782	0	0	
4	Ю	Ученик 3	биология	361	0	0	
5	СВ	Ученик 4	обществознание	377	0	0	
6	ЮЗ	Ученик 5	информатика	542	0	0	
7	В	Ученик 6	физкультура	606	0	0	
8	СЗ	Ученик 7	информатика	804	804	1	
9	ЮЗ	Ученик 8	биология	118	0	0	
10	Ю	Ученик 9	обществознание	938	0	0	
11	СВ	Ученик 10	обществознание	115	0	0	
12	ЮЗ	Ученик 11	физкультура	426	0	0	
13	ЮВ	Ученик 12	физкультура	448	0	0	
14	СЗ	Ученик 13	физкультура	209	0	0	
15	ЮЗ	Ученик 14	информатика	771	771	1	
16	Ю	Ученик 15	обществознание	469	0	0	
17	СВ	Ученик 16	обществознание	511	0	0	
18	ЮЗ	Ученик 17	обществознание	321	0	0	
19	В	Ученик 18	обществознание	276	0	0	
20	СЗ	Ученик 19	информатика	695	=IF(AND(D20>600, C20="информатика"), D20, 0)	1	
21	ЮЗ	Ученик 20	биология	194	0	0	
22	С	Ученик 21	биология	742	0	0	
23	В	Ученик 22	биология	294	0	0	

Результаты попыток

3. Попытка от 11.11.2022, 19:31:25
Значение в ячейке E20 не соответствует ответу

Рис. 5. Пример решения задачи из государственного экзамена

7. Заключение

Новый встроенный модуль электронных таблиц расширил возможности цифровой образовательной программы Мирера, позволив проводить на ее основе этапы единого государственного экзамена, а также различные расчеты, связанные с данными из таблиц.

В дальнейшем планируется еще большее расширение списка базовых формул, которое бы позволило производить более сложные вычисле-

ния с электронными таблицами. Жизненно необходимым также является расширение возможности автоматической проверки, которые позволили бы, например, признавать равными ячейки решения студента и эталонного решения, которые содержат в себе разные формулы, дающие одинаковый результат.

Публикация выполнена в рамках государственного задания ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН по теме № FNEF-2022-0010.

Implementation of a New Type of Tasks «Spreadsheets» in the Digital Educational Platform of Mirera

I.A. Vasilyev, A.G. Leonov, K.A. Mashchenko, A.V. Shlyakhov

Abstract. Spreadsheets are successfully used in many areas of the economy, finance, business, etc. In order for schoolchildren and students to gain competencies in working with spreadsheets, it was decided to add the ability to use spreadsheet tasks in courses to Mirera's digital educational platform, for which a corresponding author's module was created. The study of spreadsheets is defined by the Federal State Educational Standard for Informatics of the main school, tasks for the use of spreadsheets are included in the state final tests of schoolchildren. The developed module fully covers the required amount of familiarity with spreadsheets and allows you to create contests in automated verification in Mirera's digital educational platform without installing any additional software on the student's computer.

Keywords: informatics, digital educational platform Mirera, spreadsheets, data processing

Литература

1. F. Grünewald, C. Meinel, M. Totschnig, C. Willems. Designing MOOCs for the Support of Multiple Learning Styles. In: Hernández-Leo, D., Ley, T., Klamma, R., Harrer, A. (eds) Scaling up Learning for Sustained Impact. EC-TEL 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 8095. Springer, Berlin, Heidelberg.
2. Ф. Л. Косицкая Основные тренды в современном российском высшем образовании (по материалам зимней школы преподавателей – 2020). Ped.Rev.. 2020. №3 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-trendy-v-sovremennom-rossiyskom-vysshem-obrazovanii-po-materialam-zimney-shkoly-prepodavateley-2020> (дата обращения: 01.09.2022).
3. А.Г. Леонов, Н.О. Бесшапошников, А.А. Прилипко. Цифровизация образования – Новые возможности управления образовательными треками. Вестник кибернетики. – 2018. – Т. 30, № 3. – С. 154–161.
4. Платформа Мирера [Электронный ресурс] URL: <https://www.mirera.ru> (дата обращения: 01.09.2022)
5. А.Г. Кушниренко, М.А. Кузьменко, А.Г. Леонов. Элементы цифровизации образовательного процесса на примере системы Мирера. Свободное программное обеспечение в высшей школе : сб. материалов 13-й конф. М. : BaseAlt, 2018. С. 66–68.
6. А. Г. Леонов, М. С. Дьяченко, К. А. Машенко и др. Новые подходы к автоматизации проверки заданий в цифровых курсах. Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании Материалы VI Международной научной конференции. – Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, 2022. – С. 173–179.
7. Примерная рабочая программа основного общего образования информатика. Базовый уровень (для 7-9 классов образовательных организаций), Одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию, протокол 3/21 от 27.09.2021 г. Москва, 2021.
8. С.С. Крылов. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по информатике и ИКТ. Педагогические измерения. ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений», том 4. Москва 2022 с.29-46, 2021.
9. Стартовая страница проекта «КуМир» на сайте ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН. [Электронный ресурс] URL: <https://www.niisi.ru/kumir> (дата обращения: 01.09.2022).
10. Стартовая страница проекта «ПиктоМир» на сайте ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН. [Электронный ресурс] URL: <https://www.niisi.ru/piktomir> (дата обращения: 01.09.2022).
11. Образовательный портал для подготовки к экзаменам РЕШУ ЕГЭ <https://inf-ege.sdamgia.ru/> (дата обращения: 01.09.2022).