

DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-6-44-49

Е. Н. Дронова

Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ИНФОРМАТИКИ И МАТЕМАТИКИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ОБРАБОТКА ЧИСЛОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ»

Аннотация

В статье рассмотрены возможности реализации межпредметных связей информатики и математики в школе при изучении темы «Обработка числовой информации в электронных таблицах». Обосновано, что межпредметные связи в учебных дисциплинах устанавливаются через межпредметные понятия. Выделены ключевые понятия в учебной теме «Обработка числовой информации в электронных таблицах» школьного курса информатики. С опорой на эти понятия представлены примеры решения задач из школьного курса математики в электронных таблицах: построение таблицы квадратов двухзначных чисел, построение графиков функций, решение системы уравнений графическим способом. Приведенные примеры демонстрируют возможность реализации межпредметных связей информатики и математики в контексте изучения обработки числовой информации с помощью электронных таблиц: с одной стороны, применение электронных таблиц позволяет автоматизировать рутинные табличные вычисления в математике, с другой стороны, решение таких задач позволяет учащимся глубже осознать организацию вычислений в электронных таблицах.

Ключевые слова: информатика, математика, межпредметные связи, электронные таблицы, обработка числовой информации.

1. Введение

Информатика как наука об обработке информации имеет широкое прикладное значение. Этой особенностью отличается и содержание школьного учебного предмета «Информатика». Методы, средства, технологии обработки информации, которые изучаются на уроках информатики, могут использоваться во всех без преувеличения школьных учебных предметах.

Особо тесная связь присутствует между школьными учебными предметами «Информатика» и «Математика». Содержание этих предметов в отдельных учебных темах очень сильно переплетается, но, к сожалению,

и зачастую несогласованно, что отрицательно влияет на качество успеваемости учащихся по информатике [10]. О необходимой согласованности в обучении информатике и математике, о важности реализации межпредметных связей информатики и математики говорится в работах многих педагогов-исследователей, особо отметим статью М. М. Абдуразакова, О. Ю. Лягиновой, О. Н. Цветковой [1].

В нашей статье мы рассмотрим такую тему школьного курса информатики, как «Обработка числовой информации с помощью электронных таблиц», и на основе содержания этой темы продемонстрируем реализацию межпредметных связей информатики и математики.

Контактная информация

Дронова Екатерина Николаевна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры теоретических основ информатики, Институт информационных технологий и физико-математического образования, Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия; *адрес:* 656031, Россия, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 55; *e-mail:* dronova_ekn@altspu.ru

E. N. Dronova

Altai State Pedagogical University, Barnaul, Russia

IMPLEMENTATION OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS OF INFORMATICS AND MATHEMATICS IN THE STUDY OF THE THEME "PROCESSING OF NUMERICAL INFORMATION IN SPREADSHEETS"

Abstract

The article describes the possibilities of implementing interdisciplinary connections of informatics and mathematics at school when studying the theme "Processing numerical information in spreadsheets". It is substantiated that interdisciplinary connections in academic disciplines are established through interdisciplinary concepts. The key concepts in the educational theme "Processing numerical information in spreadsheets" of the school informatics course are highlighted. Based on these concepts, examples of solving problems from a school mathematics course in spreadsheets are presented: building a table of squares of two-digit numbers, plotting of functions, solving a system of equations graphically. The examples demonstrate the possibility of implementing interdisciplinary connections of informatics and mathematics in the context of studying the processing of numerical information using spreadsheets: on the one hand, the use of spreadsheets allows you to automate routine tabular calculations in mathematics, on the other hand, solving such problems allows students to better understand the organization of calculations in spreadsheets.

Keywords: informatics, mathematics, interdisciplinary connections, spreadsheets, processing of numerical information.

2. Ключевые понятия учебной темы «Обработка числовой информации в электронных таблицах» как средство реализации межпредметных связей

Межпредметные связи — это связи между учебными предметами, а точнее между структурными элементами их содержания, выраженными в понятиях, научных фактах, законах, теориях. А так как научные факты, законы и теории формируются через понятия или выражают связь между ними, то в итоге межпредметные связи — это связи между понятиями в различных дисциплинах. Этот факт подчеркивается и в статье И. А. Васильевой, М. Ю. Солощенко «Осуществление межпредметных связей математики и информатики»: межпредметные связи «дают наилучшее формирование межпредметных понятий, полное понимание о которых не может быть передано учащимся на уроках какой-нибудь одной дисциплины» [5, с. 164].

Проанализируем содержание учебной темы «Обработка числовой информации в электронных таблицах» и выявим ключевые понятия в ней. За основу возьмем УМК по информатике Л. Л. Босовой и А. Ю. Босовой. Тема «Обработка числовой информации в электронных таблицах» изучается в IX классе и включает следующие параграфы: «Электронные таблицы», «Организация вычислений в электронных таблицах», «Средства анализа и визуализации данных» [2]. В таблице приведен перечень ключевых понятий, изучаемых в теме «Обработка числовой информации в электронных таблицах», он разбит в соответствии с выделенными в учебнике параграфами.

Отметим, что в XI классе учащиеся вновь сталкиваются с электронными таблицами на уроках информатики [3]. Осуществляются повторение и систематизация

Таблица

Ключевые понятия темы «Обработка числовой информации в электронных таблицах»

Параграфы темы	Ключевые понятия
Электронные таблицы	<ul style="list-style-type: none"> • электронные таблицы • табличный процессор • столбец • строка • ячейка • диапазон ячеек • лист • книга
Организация вычислений в электронных таблицах	<ul style="list-style-type: none"> • относительная ссылка • абсолютная ссылка • смешанная ссылка • встроенная функция • логическая функция • условная функция
Средства анализа и визуализации данных	<ul style="list-style-type: none"> • сортировка • поиск (фильтрация) • диаграмма • график • круговая диаграмма • гистограмма (столбчатая диаграмма) • ярусная диаграмма • ряды данных • категории

учебного материала, пройденного в IX классе, происходит его обобщение до уровня обработки разных видов информации в электронных таблицах. В XI классе соответствующая тема называется «Обработка информации в электронных таблицах» [2].

Однако, несмотря на то что в электронных таблицах можно обрабатывать разные виды информации, важнейшей областью их применения является обработка именно числовой информации. Этот факт имеет отражение и в определении понятия «электронные таблицы», которое дается в учебнике информатики IX класса: «Электронные таблицы (табличный процессор) — это прикладная программа, предназначенная для организации табличных вычислений на компьютере. Электронными называют и таблицы, созданные с помощью одноименных программ в памяти компьютера» [2, с. 118].

Закономерны вопросы: «А встречаются ли табличные вычисления в школьном курсе математики? Если да, то где именно?» Приведем соответствующие примеры и на их основе продемонстрируем возможность реализации межпредметных связей информатики и математики.

3. Примеры реализации межпредметных связей информатики и математики при изучении темы «Обработка числовой информации в электронных таблицах»

Пример 1.

Построим в электронных таблицах таблицу квадратов двухзначных чисел.

Межпредметные связи с математикой.

Эта таблица широко используется в школьном курсе алгебры при решении квадратных уравнений, а именно при вычислении квадратного корня из дискриминанта. С этой задачей учащиеся впервые сталкиваются на уроках алгебры в VIII классе [7], далее обращаются к этой таблице на протяжении всего школьного курса математики вплоть до XI класса.

Решение.

1. Создаем структуру таблицы квадратов двухзначных чисел в электронных таблицах (рис. 1). Рекомендуем придерживаться «классической» структуры, используемой в математике: по строкам располагаем десятки, по столбцам — единицы.

2. Продумываем формулу для вычисления квадрата двухзначного числа в произвольной ячейке таблицы. Например, в ячейке F7 формула будет следующей:

$$=(B7*10+F2)^2$$

В этой формуле:

- 1) из ячеек B7 и F2 мы формируем двухзначное число, в данном случае 43;
- 2) сформированное двухзначное число возводим во вторую степень.

Вычисление квадратов остальных двухзначных чисел в таблице будет аналогичное, поэтому сформированная формула будет копироваться в другие ячейки таблицы, а значит, необходимо продумать тип ссылок (абсолют-

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1			Единицы									
2			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Десятки	0										
4		1										
5		2										
6		3										
7		4										
8		5										
9		6										
10		7										
11		8										
12		9										

Рис. 1. Структура таблицы квадратов двухзначных чисел в электронных таблицах

ные/относительные/смешанные) на используемые в формуле ячейки B7 и F2.

В условиях нашей задачи необходимы: смешанная ссылка \$B7 (столбец B фиксируется, а номер строки меняется при копировании формулы) и смешанная ссылка F\$2 (строка 2 фиксируется, а столбцы будут меняться при копировании формулы).

Итоговая формула в ячейке F7 будет следующей (рис. 2):

$$=($B7*10+F$2)^2$$

3. Копируем формулу из ячейки F7 на всю таблицу (рис. 3).

Замечание к примеру 1.

Таблица квадратов двухзначных чисел является самой известной в школьном курсе математики для уча-

щихся средних и старших классов, она часто печатается на форзацах школьных учебников математики, в справочных материалах ОГЭ по математике и в справочных материалах ЕГЭ по математике базового уровня.

Однако нужно обратить внимание девятиклассников на то, что в математике, в том числе в школьной математике, используются и другие виды таблиц:

- в начальной школе учащиеся изучают таблицу Пифагора, более известную как таблица умножения;
- в VII классе на уроках алгебры при изучении темы «Степень с натуральным показателем» учащиеся знакомятся с таблицей квадратов и кубов однозначных чисел;
- в старших классах при углубленном изучении математики учащиеся могут познакомиться с пособием В. М. Бродиса «Четырехзначные математические таблицы» [4], в котором собраны

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1			Единицы									
2			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Десятки	0										
4		1										
5		2										
6		3										
7		4				=(\$B7*10+F\$2)^2						
8		5										
9		6										
10		7										
11		8										
12		9										

Рис. 2. Формула для вычисления квадрата двухзначного числа в электронных таблицах

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1			Единицы									
2			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Десятки	0	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81
4		1	100	121	144	169	196	225	256	289	324	361
5		2	400	441	484	529	576	625	676	729	784	841
6		3	900	961	1024	1089	1156	1225	1296	1369	1444	1521
7		4	1600	1681	1764	1849	1936	2025	2116	2209	2304	2401
8		5	2500	2601	2704	2809	2916	3025	3136	3249	3364	3481
9		6	3600	3721	3844	3969	4096	4225	4356	4489	4624	4761
10		7	4900	5041	5184	5329	5476	5625	5776	5929	6084	6241
11		8	6400	6561	6724	6889	7056	7225	7396	7569	7744	7921
12		9	8100	8281	8464	8649	8836	9025	9216	9409	9604	9801

Рис. 3. Таблица квадратов двухзначных чисел в электронных таблицах

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	x	-3	-2,5	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
2	y1	9	6,25	4	2,25	1	0,25	0	0,25	1	2,25	4	6,25	9
3	y2	7	4,25	2	0,25	-1	-1,75	-2	-1,75	-1	0,25	2	4,25	7
4	y3	11	8,25	6	4,25	3	2,25	2	2,25	3	4,25	6	8,25	11

Рис. 4. Таблица значений функций $y_1 = x^2$, $y_2 = x^2 - 2$, $y_3 = x^2 + 2$ в электронных таблицах

математические таблицы для практических вычислений, не требующих большой точности (точность таблиц в пособии — 4 знака после запятой, поэтому они и называются четырехзначными). В этом пособии приводятся, например, такие таблицы, как: «Синусы и косинусы», «Тангенсы и котангенсы», «Радианная мера», «Тригонометрические функции от аргумента в радианах» и др.

Пример 2.

Построим в электронных таблицах графики функций $y_1 = x^2$, $y_2 = x^2 - 2$, $y_3 = x^2 + 2$ и выявим их взаимосвязь.

Межпредметные связи с математикой.

В IX классе на уроках алгебры учащиеся изучают преобразования графиков функций, которые выводятся на основе рассмотрения частных случаев [8]. Частные случаи построения графиков функций реализуются по схеме, известной учащимся еще с VII класса [6]:

- 1) построение таблицы значений рассматриваемой функции;
- 2) построение графика рассматриваемой функции на основе координат точек, вычисленных в п. 1.

Точность данной схемы построения графика функции увеличивается при увеличении количества вычисленных координат точек, что требует значительной технической работы по получению таблицы значений функции, — эту работу могут взять на себя электронные таблицы.

Решение.

1. Построим в электронных таблицах таблицу значений для функций $y_1 = x^2$, $y_2 = x^2 - 2$, $y_3 = x^2 + 2$. Значения независимой переменной x возьмем от -3 до 3 с шагом $0,5$ (рис. 4).

В ячейку B2 запишем формулу:

$$=B1^2$$

В ячейку B3 запишем формулу:

$$=(B1^2)-2$$

В ячейку B4 запишем формулу:

$$=(B1^2)+2$$

В условиях нашей задачи во всех трех формулах необходима относительная ссылка B1 (при копировании формулы вправо столбцы будут меняться).

2. Используя в электронных таблицах инструмент «Диаграммы», построим графики функций $y_1 = x^2$, $y_2 = x^2 - 2$, $y_3 = x^2 + 2$ на основе координат точек, вычисленных в п. 1. Для этой цели в электронных таблицах можно использовать два типа диаграмм: «График» и «Точечная». Эти типы диаграмм очень похожи друг на друга, особенно если точечная диаграмма отображается

с соединительными линиями, однако они отличаются способом печати данных по горизонтальной оси и вертикальной оси.

Мы использовали для построения графиков рассматриваемых функций тип диаграмм «Точечная». Точечный тип диаграмм разрешает редактировать цену деления и по горизонтальной оси, и по вертикальной оси, что позволяет в итоге получить картинку графиков функций, соответствующую привычному представлению учащихся о них (рис. 5).

3. Рисунок 5 демонстрирует взаимосвязь графиков функций $y_1 = x^2$, $y_2 = x^2 - 2$, $y_3 = x^2 + 2$: график функции $y_2 = x^2 - 2$ получен в результате параллельного переноса

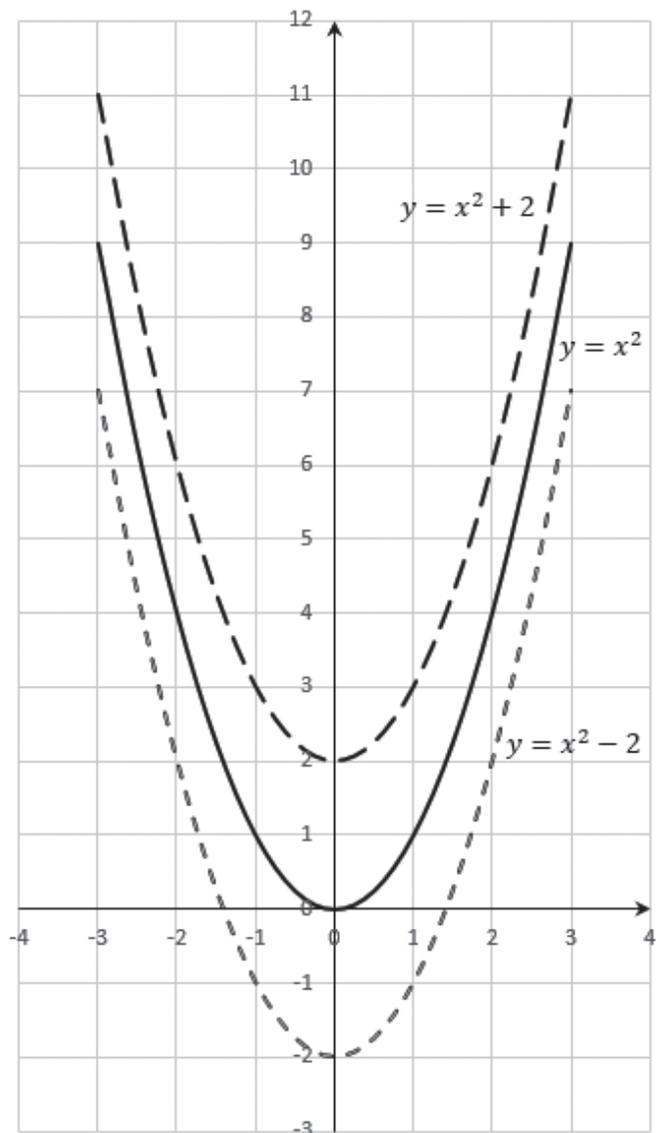


Рис. 5. Графики функций $y_1 = x^2$, $y_2 = x^2 - 2$, $y_3 = x^2 + 2$ в электронных таблицах

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	x	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
2	y1	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5
3	y2	-23	-14	-7	-2	1	2	1	-2	-7	-14	-23
4												
5	a=	2										

Рис. 6. Таблица значений функций $y_1 = |x|$, $y_2 = a - x^2$ в электронных таблицах

графика функции $y_1 = x^2$ на 2 единицы вниз, а график функции $y_3 = x^2 + 2$ получен в результате параллельного переноса графика функции $y_1 = x^2$ на 2 единицы вверх.

Замечание к примеру 2.

Рассмотренный пример подсказывает правило построения графика функции $y = f(x) + b$ из графика функции $y = f(x)$: график функции $y = f(x) + b$ можно получить в результате параллельного переноса графика функции $y = f(x)$ на b единиц вверх, если $b > 0$, и на b единиц вниз, если $b < 0$.

Аналогичные задания можно предложить учащимся для получения двух других правил преобразования графиков функций:

- график функции $y = f(x + a)$ можно получить в результате параллельного переноса графика функции $y = f(x)$ на a единиц влево, если $a > 0$, и на a единиц вправо, если $a < 0$;
- график функции $y = kf(x)$ можно получить из графика функции $y = f(x)$ в результате растяжения в k раз от оси абсцисс, если $k > 1$, или в результате сжатия в k раз к оси абсцисс, если $0 < k < 1$.

Пример 3.

В электронных таблицах исследуем количество решений системы уравнений

$$\begin{cases} y = |x|; \\ y = a - x^2. \end{cases}$$

в зависимости от значения a .

Межпредметные связи с математикой.

В IX классе на уроках алгебры учащиеся изучают методы решения систем уравнений (графический метод, метод подстановки, метод сложения) [8]. Для исследования количества решений данной системы уравнений в зависимости от значения a нужно использовать графический метод. Существенно сократить техническую работу при использовании графического метода решения приведенной системы уравнений помогут электронные таблицы.

Решение.

1. Построим таблицу значений для функций $y_1 = |x|$ и $y_2 = a - x^2$ в электронных таблицах. Значения независимой переменной x возьмем от -5 до 5 с шагом 1.

В ячейку B2 запишем формулу:

$$=ABS(B1)$$

(встроенная функция ABS возвращает модуль числа).

В ячейку B3 запишем формулу:

$$=B5-B1^2$$

(в ячейке B5 будем попеременно вводить разные значения параметра a).

В условиях нашей задачи: в обеих формулах необходима относительная ссылка B1 (при копировании формулы вправо столбцы будут меняться), во второй формуле — абсолютная ссылка \$B\$5 (при копировании формулы вправо ссылка не изменится). На рисунке 6 представлена таблица значений для функций $y_1 = |x|$, $y_2 = a - x^2$ при $a = 2$.

2. Используя в электронных таблицах тип диаграмм «Точечная», построим графики функций $y_1 = |x|$, $y_2 = a - x^2$ при $a = 2$ (рис. 7).

Из рисунка 7 видим, что при $a = 2$ построенные графики функций пересекаются в двух точках, а значит, исходная система уравнений имеет два решения.

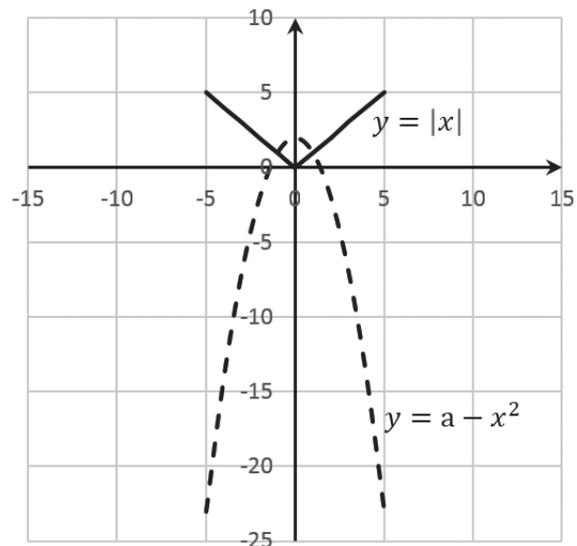


Рис. 7. Графики функций $y_1 = |x|$, $y_2 = a - x^2$ при $a = 2$ в электронных таблицах

3. Далее исследуем количество решений заданной системы уравнений в зависимости от значения a : в ячейку B5 попеременно вводим разные значения параметра a ($a = 1$, $a = 0$, $a = -1$, $a = -2$, $a = -3$, ... и далее $a = 3$, $a = 4$, $a = 5$, ...) (рис. 8, 9) и наблюдаем за взаимным расположением графиков функций на диаграмме.

В ходе исследования находим, что:

- при $a > 0$ система имеет два решения (две точки пересечения графиков функций y_1 и y_2);
- при $a = 0$ система имеет одно решение (одну точку пересечения графиков функций y_1 и y_2);
- при $a < 0$ система не имеет решений (графики функций y_1 и y_2 не пересекаются).

Ответ. При $a > 0$ система имеет два решения, при $a = 0$ — одно решение, при $a < 0$ нет решений.

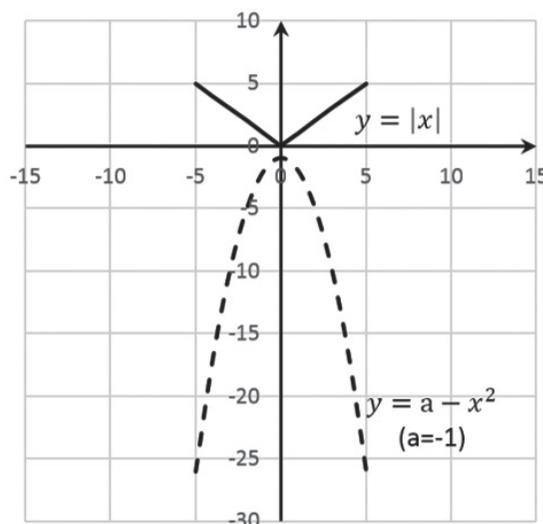
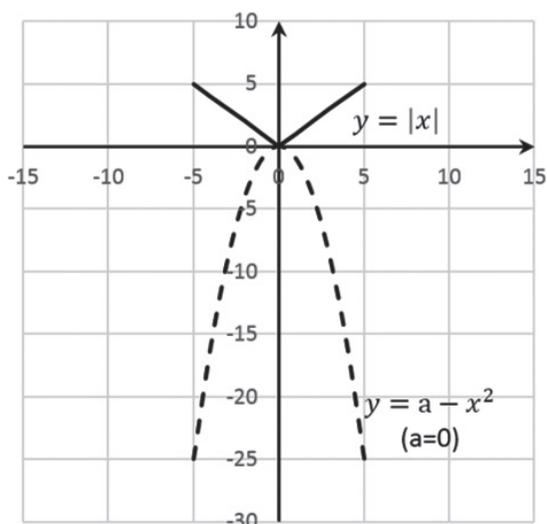


Рис. 8. Графики функций $y_1 = |x|$, $y_2 = a - x^2$ при $a = 0$, $a = -1$ в электронных таблицах

4. Заключение

Представленные примеры решения математических задач в электронных таблицах демонстрируют межпредметные связи информатики и математики. С одной стороны, применение электронных таблиц позволяет автоматизировать рутинные табличные вычисления в математике. С другой стороны, решение таких задач позволяет учащимся глубже осознать организацию вычислений в электронных таблицах через использование разных типов ссылок (относительных, абсолютных, смешанных). Использование электронных таблиц как инструмента для построения графиков функций способствует более глубокому освоению учащимися различных настроек по форматированию диаграмм, а также за счет использования встроенных математических функций позволяет расширить список функций, графики которых учащиеся строят на уроках математики.

Отметим, что на уроках математики учащиеся работают не только с таким средством визуализации данных, как график. В VI классе на уроках математики [9] учащиеся знакомятся со столбчатой диаграммой и круговой диаграммой. Это знакомство ограничивается «чтением» готовых диаграмм учащимися; построением столбчатых и круговых диаграмм «вручную» на уроках математики не занимаются (это требует достаточно громоздких математических вычислений). Изучение на уроках информатики в IX классе электронных таблиц как инструмента построения разных типов диаграмм является логическим продолжением темы «Диаграммы» школьного курса математики VI класса. Здесь учащиеся вновь видят, что электронные таблицы освобождают человека от рутинных громоздких вычислений и автоматизируют процесс построения диаграмм разных типов.

В завершение сделаем несколько выводов:

- анализ ключевых понятий по теме «Обработка числовой информации в электронных таблицах» (см. табл.) показывает, что только два понятия, используемые в электронных таблицах, — «сор-

тировка» и «поиск (фильтрация)» — не находят отражения в школьных математических задачах;

- учебная тема по информатике «Обработка числовой информации в электронных таблицах» имеет большие возможности для реализации межпредметных связей информатики и математики как связей между понятиями в этих учебных дисциплинах;
- реализация межпредметных связей информатики и математики при изучении темы «Обработка числовой информации в электронных таблицах» обогащает учебное содержание и школьного курса информатики, и школьного курса математики.

Список источников

1. Абдуразаков М. М., Лягинова О. Ю., Цветкова О. Н. Информатика, математика и логика в аспекте межпредметной и метапредметной образовательной связи // Чебышевский сборник. 2021. Т. 22. № 2 (78). С. 373–388. DOI: 10.22405/2226-8383-2021-22-2-373-388. EDN: RUTLFH.
2. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. 9 класс. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 208 с.
3. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. 11 класс. Базовый уровень. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 256 с.
4. Бродис В. М. Четырехзначные математические таблицы. М.: Дрофа, 2010. 93 с.
5. Васильева И. А., Солощенко М. Ю. Осуществление межпредметных связей математики и информатики // Modern Science. 2021. № 11-4. С. 164–168. EDN: ZRVIJX.
6. Мерзляк А. Г., Полонский В. Б., Якир М. С. Алгебра: 7 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. М.: Вентана-Граф, 2015. 272 с.
7. Мерзляк А. Г., Полонский В. Б., Якир М. С. Алгебра: 8 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. М.: Вентана-Граф, 2013. 256 с.
8. Мерзляк А. Г., Полонский В. Б., Якир М. С. Алгебра: 9 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. М.: Вентана-Граф, 2014. 304 с.
9. Мерзляк А. Г., Полонский В. Б., Якир М. С. Математика: 6 класс: учебник для учащихся общеобразовательных организаций. М.: Вентана-Граф, 2014. 304 с.
10. Нефедов Д. Е. Об интеграции содержания школьных предметов математики и информатики // Ярославский педагогический вестник. 2015. Т. 2. № 2. С. 34–38. EDN: TQJVOZ.