

ФАСЕТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ ИНФОРМАТИКИ

Грушевский Сергей Павлович,

профессор кафедры информационных образовательных технологий Кубанского государственного университета, доктор педагогических наук, г. Краснодар, spg@kubsu.ru

Добровольская Наталья Юрьевна,

доцент кафедры информационных технологий Кубанского государственного университета, кандидат педагогических наук, г. Краснодар, dni10@mail.ru

Харченко Анна Владимировна,

старший преподаватель кафедры информационных технологий Кубанского государственного университета, г. Краснодар, fz@mail.ru

Колчанов Андрей Викторович,

доцент Кубанского государственного университета, г. Краснодар, 89183500875@yandex.ru

АВТОРАМИ ПРЕДСТАВЛЕНА ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ТЕКСТОВЫХ ЗАДАЧ ПО ИНФОРМАТИКЕ НА ОСНОВЕ ВЫДЕЛЕННЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ФАСЕТНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ. ОБЪЯСНЯЕТСЯ ПРОЦЕДУРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ФАСЕТНЫХ ФОРМУЛ ЗАДАЧ С СООТВЕТСТВУЮЩИМИ ПРИМЕРАМИ. В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВОДИЛОСЬ АНКЕТИРОВАНИЕ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ, ВЫЯВИВШЕЕ ИХ ГОТОВНОСТЬ К ПРИМЕНЕНИЮ ФАСЕТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

• цифровые дидактические технологии • конструирование наборов учебных задач • фасетная классификация.

Развитие цифровой компетенции учителя информатики подразумевает интеграцию дидактических приёмов и методики обучения информатики с возможностями цифровых технологий, которые позволяют интенсифицировать учебный процесс, обеспечить индивидуализированный подход в обучении, повысить мотивацию к изучению нового, усилить познавательную и исследовательскую активность обучающихся. Одним из видов педагогической деятельности является деятельность по конструированию новых учебных задач, формированию разноуровневых наборов задач. Несмотря на достаточное количество различных задачников, в том числе и по информатике, у педагога возникает необходимость в создании собственных учебных задач. Это связано с реализацией творческого потенциала учителя, разработки авторских материалов, с необходимостью наличия большого числа однотипных заданий для проведения контроля знаний.

Вопросу конструирования учебных задач уделено достаточно внимания в психолого-педагогической и методической литературе. В. П. Радченко [1], А. В. Буслаев [2] определяют основополагающие принципы построения наборов учебных задач, выделяя цели и критерии отбора задач, выдвигая на первое место индивидуализацию и дифференциацию обучения, однотипность и разнообразие. Однако построение наборов учебных задач на профессиональном уровне предполагает автоматизацию процесса конструирования, использование интеллектуальных информационных технологий. Проблеме цифровизации образования, теоретическим основам формирования цифровой компетенции учителя, принципам создания цифровой образовательной среды, обеспечения современного педагога инновационными цифровыми инструментами посвящены труды исследователей Д. Белшоу [3], С. А. Бешенкова [4, 5], Т. А. Бороненко [6-8], Т. Г. Везирова [9], Н. А. Гальченко [10], И. В. Роберт [11, 12].

Для решения проблемы эффективного построения наборов новых учебных задач необходимо подобрать способ классифицирования задач и структурирования их отдельных элементов. Таким способом может выступать фасетная классификация, предложенная Ш. Р. Ранганатаном [13]. Классификация основана на объединении нескольких классификаций, выполненных по различным критериям. Здесь объект классификации, в нашем случае учебная задача, характеризуется пересечением классификационных признаков, выраженных в фасетной формуле.

Поясним базовые понятия фасетной классификации. Под фасетом понимают объединение подгрупп, сформированных в процессе деления группы по одному признаку, чаще всего это собственно признак, на основании которого выполнена классификация. Фасетный признак — это классификационный признак, на основе которого выделяются подгруппы и строятся фасеты и фасетные наборы. Фасетная формула определяется как порядок размещения фасетов внутри классификации. Здесь учитывается порядок следования, используются фасетные индексы.

Вариативность составления классификационных признаков в единую фасетную формулу является, безусловно, основным преимуществом фасетной классификации, придающей ей свойство гибкости. Классификационную формулу можно видоизменять без модификации системы выделенных признаков. Применение фасетной классификации при построении задач по математике и физике описано в работах А. И. Архиповой и С. П. Грушевского [14]. В исследовании рассматриваются фасетные тесты — это специфическая форма обобщённых задач с многочисленными модификациями. Однако ряд специфических особенностей информатики не позволяет использовать фасетный тест в полном объёме. Само понятие тест предполагает наличие вариантов ответа, что невозможно сделать при решении текстовых задач по информатике и задач по программированию, так как решением задачи является алгоритм на некотором языке программирования либо задачи имеют несколько правильных решений.

Изложенное выше позволяет говорить о возникших противоречиях между имеющимися дидактическими возможностями фасетной классификации и недостаточно широким их применением при конструировании учебных задач по информатике. Эти противоречия обусловили проблему исследования, заключающуюся в поиске способа применения фасетной классификации к конструированию наборов задач. Технология конструирования наборов учебных задач по информатике на основе фасетной классификации может быть эффективным инструментом реализации конструкторской деятельности педагогов, в частности учителей информатики.

Задачу по информатике можно рассматривать как особый вид задачи, где определены изменяемые элементы и базовые слова. По аналогии с процессом построения фасетной классификации значения изменяемых элементов соответствуют фасетным признакам, а базовые слова составляют основу задачи и определяют фасетную формулу.

Алгоритм построения фасетной формулы учебной задачи включает следующие шаги.

1. Определение типа учебной задачи (вычислительная, поисковая, преобразование данных и т.д.).
2. Выявление видов структур данных, которые указываются в задаче (отдельные переменные, диапазон переменных, массивы, файлы, списки).
3. Построение основы задачи на конкретном примере, определение базовых слов.
4. Определение значений фасетных признаков.
5. Конструирование фасетной формулы задачи.

Проиллюстрируем работу алгоритма на примере задач из раздела «Программирование».

1. Определим тип задачи как поисковая задача: поиск наибольшего элемента с заданными свойствами.
2. Укажем возможные структуры данных, к которым применима рассматриваемая задача: диапазон переменных, массивы, файлы.

3. Для построения основы учебной задачи выберем две различные задачи и определим набор базовых слов.

- Дан диапазон чисел от 3000 до 6000. Найти наибольшее число, не делящееся на 6 и указать его порядковый номер.
- Дан массив целых чисел. Найти наименьшее число, оканчивающееся на 12 и указать его порядковый номер.

Анализируя приведённые задачи, построим основу — набор базовых слов: «Дан $_$. Найти $_$ число, $_$ и указать его порядковый номер». Список базовых слов: {S1 = Дан, {S2} = Найти, {S3} = число, {S4} = и указать его порядковый номер.

4. Далее определим значения фасетных признаков. {Ф1} = (диапазон чисел от 1000 до 3000; массив целых чисел; файл целых чисел) признак структуры данных, {Ф2} = (наибольшее; наименьшее) признак поиска, {Ф3} = (делящееся на 3, не делящееся на 6, оканчивающееся на 3, не оканчивающееся на 12, большее 70, отличное от заданного значения) признак свойства числа. Причём признак структуры данных при выборе диапазона чисел предполагает вложенные варианты значений, а признак свойства числа практически не ограничен по вариантам.

5. В результате получаем фасетную формулу задачи: {S1}{Ф1}{S2}{Ф2}{S3}{Ф3}{S4}.

Процесс конструирования новых учебных задач на основе фасетной классификации будем называть фасетной технологией конструирования задач. В результате применения технологии создаются фасетные формулы учебных задач, генерируются соответствующие им наборы разнотипных заданий, а для проверки решений подбираются соответствующие шаблоны.

Фасетная технология конструирования учебных задач представлена нами в виде последовательности модулей (рис. 1).

Концептуальный модуль содержит: цель конструирования, заключающуюся в развитии профессиональных умений за счёт освоения способов создания новых учебных задач, развитии навыков взаимодействия с цифровыми технологиями, формировании навыков использования программных сер-

висов для разработки компьютерных учебно-методических материалов; принципы фасетной классификации и структурирования; цифровые технологии, обеспечивающие автоматизацию конструирования задач [15].

Методический модуль включает алгоритм конструирования — последовательность шагов, приводящих к построению фасетных формул и задач, содержит методические рекомендации по конструированию задач, примеры использования фасетной классификации задач различных дисциплин. Алгоритм конструирования содержит шаги: выбор раздела учебной дисциплины; структуризация учебного материала и формализация учебных задач; отбор определённого типа учебных задач близкой структуры и направленных на формирование одинаковых навыков; определение изменяемых элементов задач (фасетных признаков) и их возможных значений; выделение базовых слов в структуре задач; построение фасетной формулы задачи.

Компоненты модуля программного обеспечения используют различные цифровые технологии и сервисы. Автоматизация конструирования задач может выполняться на разных уровнях. В простейшем случае это средства Microsoft Office (текстовый редактор и электронные таблицы), с помощью которых можно хранить наборы базовых слов, значений фасетов, наборы фасетных формул. На более высоком уровне автоматизации компоненты модуля включают: базу данных, содержащую набор синтаксических конструкций; набор фасетных формул по определённой теме; правила заполнения фасетных формул, учитывающих согласование слов в предложении; конструктор формул.

Контрольно-оценочный модуль необходим для проверки сформированности умения конструирования учебных задач с помощью фасетной технологии. Определяется способность применять полученные знания в профессиональной деятельности; осознание значимости приобретённых умений для профессиональной деятельности. Модуль включает материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

<i>Концептуальный модуль</i> • цели конструирования: развитие профессиональных умений за счет освоения способов создания новых учебных задач, развитие навыков взаимодействия с цифровыми технологиями, формирование навыков использования программных сервисов для разработки компьютерных учебно-методических материалов; • принципы фасетной классификации и структурирования; • цифровые технологии, обеспечивающие автоматизацию конструирования задач
<i>Методический модуль</i> • алгоритм конструирования: • выбор раздела учебной дисциплины; • структуризация учебного материала и формализация учебных задач; • отбор определенного типа учебных задач близкой структуры и направленных на формирование одинаковых навыков; • выделение базовых слов в структуре задач; • определение изменяемых элементов задач (фасетных признаков) и их возможных значений; • построение фасетной формулы задачи • методические рекомендации по конструированию задач, • примеры использования фасетной классификации задач различных дисциплин.
<i>Модуль программного обеспечения</i> • средства Microsoft Office (текстовый редактор и электронные таблицы); • база данных, содержащая набор синтаксических конструкций; • набор фасетных формул по определенной теме; • правила заполнения фасетных формул учитывающих согласование слов в предложении; • конструктор формул
<i>Контрольно-оценочный модуль</i> • материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Рис. 1. Фасетная технология конструирования учебных задач

Проверка сгенерированных учебных заданий может выполняться несколькими способами, выбор которых определяется преподавателем. В соответствии с базовыми фасетными формулами разработаны наборы алгоритмических схем, позволяющие решить учебную задачу определённого типа. Подобные схемы являются рекомендациями к подбору того или иного решения и чаще всего выступают частью контента лекционного материала по дисциплине. При очной аудиторной работе в связке преподаватель-студент желательно рассматривать алгоритмические схемы, акцентируя внимание на различных подходах решения одной и той же проблемы. При освоении основ программирования важно не просто получить верный числовой ответ учебной задачи, а сформировать навыки и умения техники алгоритмизации и программирования,

ознакомить учащихся с наиболее эффективными подходами в решении и различиями в программной реализации алгоритмов.

Другим способом проверки решения сгенерированной по фасетной формуле учебной задачи является тестирование, предполагающее выполнение на скомпилированном решении наборов тестовых примеров. Такой способ эффективно использовать при организации контроля самостоятельной работы учащихся. На текущий момент существует ряд свободно распространяемых отечественных и зарубежных систем, позволяющих автоматически проверить работоспособность программных решений. Тестирующая система Ejudge, созданная в МГУ, поддерживает практически все популярные языки программирования: C, C++, Java, Pascal, Perl, Python (<https://ejudge.ru>). Другой

системой тестирования является система PC2, разработанная для судейства олимпиад по программированию и позволяющая перекомпилировать исходную программу, выполнить её, просмотреть исходный код и результаты выполнения (<https://pc2.ecs.csus.edu>). Тестовая система, предлагаемая на сайте Olympiads.ru, не выполняет компиляцию, проверяет только исполняемый файл, что вполне достаточно для контроля выполнения самостоятельных заданий (<http://olympiads.ru>). Автоматизированная система судейства для проведения соревнований по программированию DOMjudge также может быть использована для проверки решений учебных задач. Система обладает развёрнутым интерфейсом и механизмом формирования полной автоматической оценки решения (<http://domjudge.org>).

Приведём пример фасетной формулы учебной задачи по информатике.

$$\{F1\}\{S1\}\{F2\}\{S2\}\{F3\}\{S3\}\{F4\}.$$

{F1} состоит из неотрицательных целых чисел. Определите {F2} пар элементов, в которых {F3} элементов {F4}.

Здесь {F1} — фасетный признак структуры данных (файл, массив); {F2} — фасетный признак результата (количество, сумму, произведение); {F3} — фасетный признак количества (хотя бы один из двух, оба); {F4} — фасетный признак свойства элемента (чётный, нечётный, кратный заданному числу, больше заданного числа).

Используя приведённую формулу, можно получить множество различных задач. Например.

Массив состоит из неотрицательных целых чисел. Определите количество пар элементов, в которых хотя бы один из двух элементов больше 20.

Файл состоит из неотрицательных целых чисел. Определите произведение пар элементов, в которых хотя бы один из двух элементов кратный пяти.

Массив состоит из неотрицательных целых чисел. Определите сумму пар элементов, в которых оба элемента чётные. Все значения {S₁} и {F₁} хранятся в базе данных.

В школьном курсе по Информатике и ИКТ возникает необходимость генерации наборов учебных задач, не только относящихся к разделу «Программирование», но и в соответствии с контрольно-измерительными материалами к Единому государственному экзамену по предмету. Приведём примеры подобных фасетных формул.

Васе необходимо придумать {F1} — буквенные коды, в которых есть только буквы {F2} причём буква {F3} используется в каждом слове {F4}. Остальные буквы в коде могут повторяться или не использоваться вовсе. Под кодом понимается любая последовательность букв. Сколько существует таких кодов, которые может составить Вася?

Здесь {F1} — фасетный признак длины (3, 4, 5, 6), {F2} — фасетный признак списка вариантов ((К, А, Т, Е, Р), (А, Б, В, Г, Д и Е) и др.), {F3} — фасетный признак буквы (Р, А и т.д.), {F4} — фасетный признак использования (хотя бы два раза, ровно три раза, не менее двух раз, ни разу).

По приведённой фасетной формуле можно составить ряд задач.

Например. Васе необходимо придумать пятибуквенные коды, в которых есть только буквы Ш, К, О, Л, А, причём буква Ш используется в каждом слове ровно два раза. Остальные буквы в коде могут повторяться или не использоваться вовсе. Под кодом понимается любая последовательность букв. Сколько существует таких кодов, которые может составить Вася?

Васе необходимо придумать четырёхбуквенные коды, в которых есть только буквы А, В, С, К, О, С, причём буква О используется в каждом слове не менее двух раз. Остальные буквы в коде могут повторяться или не использоваться вовсе. Под кодом понимается любая последовательность букв. Сколько существует таких кодов, которые может составить Вася?

Определим два типа заданий ЕГЭ по информатике и ИКТ, для генерации которых эффективно применять фасетную технологию.

Первый тип заданий — это текстовые задания, выявляющие уровень навыков

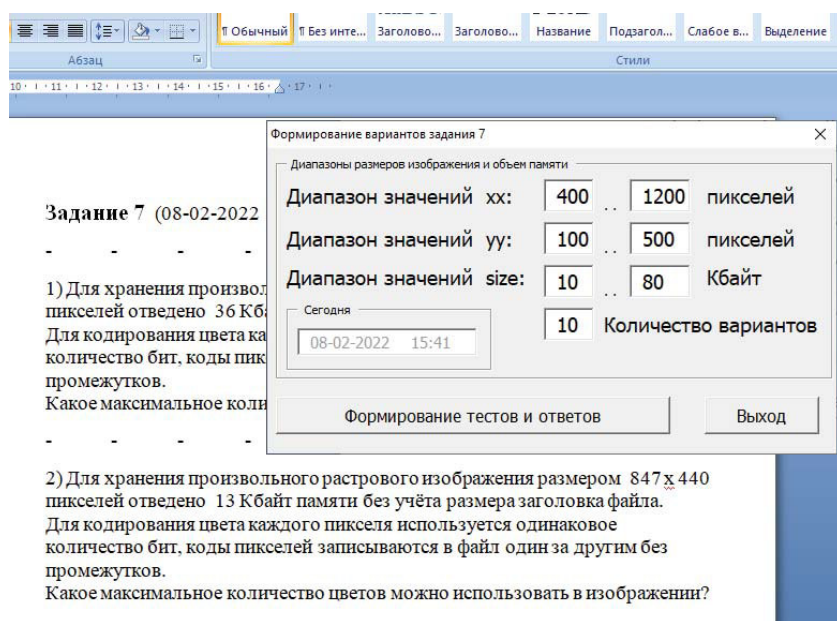


Рис. 2. Использование макросов для генерации учебных задач

по алгоритмизации и программированию и требующие написания программ на языке программирования. Сюда относятся задания 15, 16, 17, 25. Для проверки сгенерированных заданий удобно использовать схемы решения.

Второй тип заданий предполагает упрощённую фасетную формулу, где в качестве значений фасетных признаков указываются различные числовые значения. Проверка сгенерированных заданий осуществляется путём вычисления значения соответствующей формулы решения.

Приведём пример заданий второго типа.

Фотокамера делает фотоснимки размером {Ф1} пикселей. На хранение одного кадра задействовано {Ф2} {Ф3}. Определите максимальное количество цветов, которые использованы при фотосъёмке.

{Ф1} = 1600 × 1200, 500 × 350 {Ф2} = 3800, 5 {Ф3} = байт, Кбайт, Мбайт.

Значения фасетных признаков Ф1 и Ф2 не ограничены, у фасетного признака Ф3 три варианта.

Для проверки сгенерированного задания используется формула (соотнесённая со значением фасетного признака Ф3):

$$x = 2^{\frac{\Phi_2 \cdot 2^y}{\Phi_1}}, \text{ где } y=8, \text{ при } \Phi_3 = \text{байт}, 13, \text{ при } \Phi_3 = \text{Кбайт}, 23, \text{ при } \Phi_3 = \text{Мбайт}.$$

Фасетная технология легко автоматизируема на различных уровнях. Можно использовать макросы MS Word и MS Excel для генерации готовых задач по фасетным формулам, позволяющие интегрировать выбранные значения фасетных признаков в текстовую строку — условие учебной задачи (рис. 2).

Более высокий уровень автоматизации предполагает использование языков программирования для разработки программного комплекса. В рамках исследования нами разработан подобный программный комплекс, позволяющий конструировать фасетные формулы и генерировать по ним разноуровневые наборы задач. Структура комплекса представлена на рисунке 3.

В базе данных комплекса хранятся значения фасетных признаков, базовые слова, фасетные формулы учебных задач. Модуль генерации отвечает за конструирование фасетных формул, пополняя ими базу данных, и за собственно генерацию учебных задач. Отдельно реализован модуль интерфейса, позволяющий в удобной форме выбирать тематику фасетных формул, задавать уровень и количество заданий.

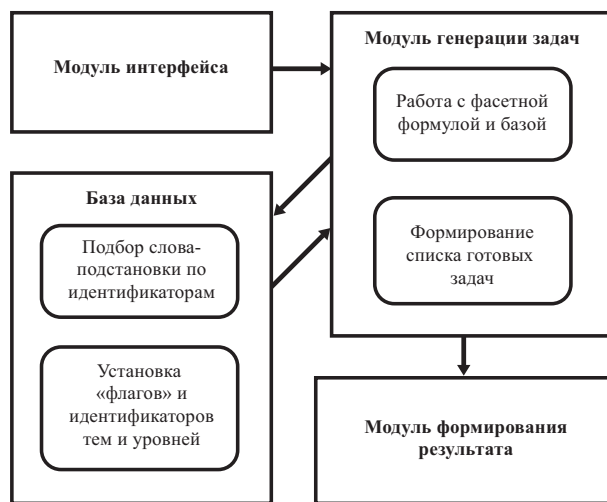


Рис. 3. Структура программного комплекса

Модуль формирования результата предназначен для оформления готовых наборов задач либо в форме текстового файла, либо для вывода на печать (рис. 4).

Программный комплекс позволяет разбивать сгенерированные задания по вариантам и назначать их конкретным учащимся.

Имеющийся в базе данных набор фасетных формул может быть дополнен и расширен учителем информатики. Для этого необходимо перейти в режим конструирования фасетных формул (рис. 5).

Предложенная фасетная технология была апробирована на базе Института развития образования Краснодарского края. В обучении технологии принимали участие 102 учителя информатики.

На первом этапе учителям информатики были предложены учебно-методические материалы по использованию фасетной технологии в практической деятельности. Учителя приобрели опыт построения фасетных формул и навыки работы с программным комплексом автоматической генерации учебных задач по информатике, в том

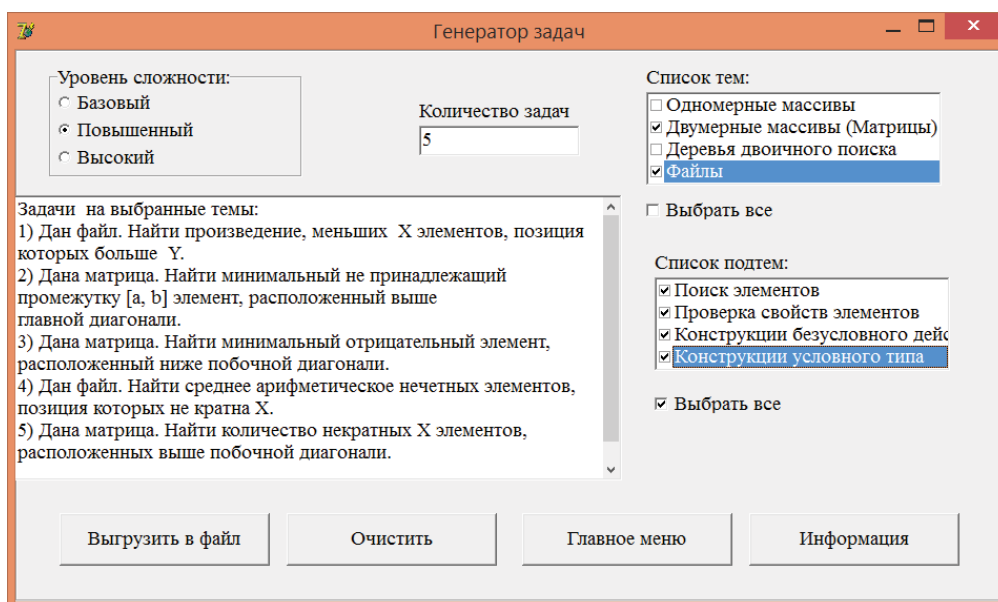


Рис. 4. Пример работы генератора учебных задач

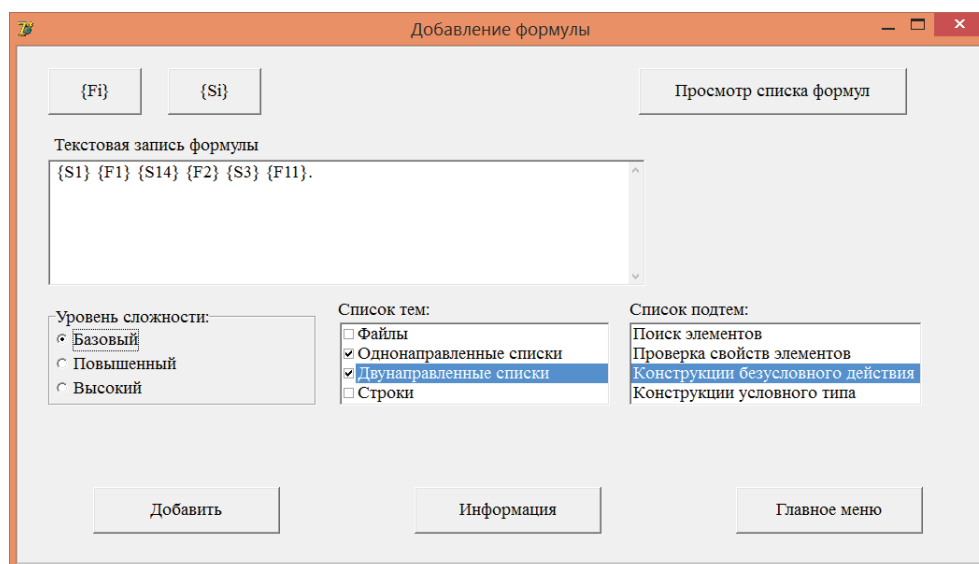


Рис. 5. Окно добавления фасетных формул

числе и заданий для подготовки к ЕГЭ. Результатом учебной деятельности по освоению фасетной технологии явились наборы фасетных формул, которые могут быть использованы в дальнейшей педагогической практике.

На втором этапе изучения технологии было проведено исследование готовности учителей информатики к использованию фасетной технологии в профессиональной деятельности. Первый блок анкеты включал вопросы общего характера: стаж работы, уровень владения IT-технологиями, периодичность включения новых цифровых технологий в педагогическую деятельность, перечень цифровых технологий, используемых в педагогической практике. Второй блок вопросов выявлял отношение учителей к фасетной технологии конструирования учебных задач и готовность к её включению в учебный процесс (рис. 6).

Большинство опрошенных отметили, что для проведения качественного контроля знаний на уроках возникает необходимость в формировании новых наборов однотипных разноуровневых учебных задач (90%). В рамках повышения квалификации учителя обучались фасетной технологии конструирования учебных задач и в основном указали, что не испытывали затруднений при освоении данной технологии (84%). Педагоги отметили полезность предоставленных фасетных формул задач по информатике, удобство их

применения на практике, несложную адаптацию к собственным задачам (89%). Используя предоставленные учебно-методические материалы, учителя создавали собственные наборы фасетных формул и с помощью программных модулей и макросов Microsoft Excel генерировали новые учебные задачи. Опрошенные отметили, что формируемые наборы задач по информатике обладали полнотой и разноуровневостью, позволяли конструировать большие наборы однотипных заданий (90%). Предложенный способ автоматизации вызвал минимальные затруднения, 78% согласились с возможностью его применения.

В ходе исследования выявлены дидактические особенности фасетной классификации, а именно: возможность структурировать учебные задачи и их отдельные элементы, частичная или полная автоматизация процесса конструирования, генерация наборов учебных задач, обеспечивающих индивидуальную траекторию обучения, стимулирование навыков структурирования, анализа и поиска информации. Результаты теоретической работы и анализ данных анкетирования показали, что ознакомление с фасетной технологией конструирования задач учителей информатики востребовано, так как позволяет создать условия реализации творческого потенциала педагогов по совершенствованию учебного материала, расширяет круг учебных задач и проектов по информатике для

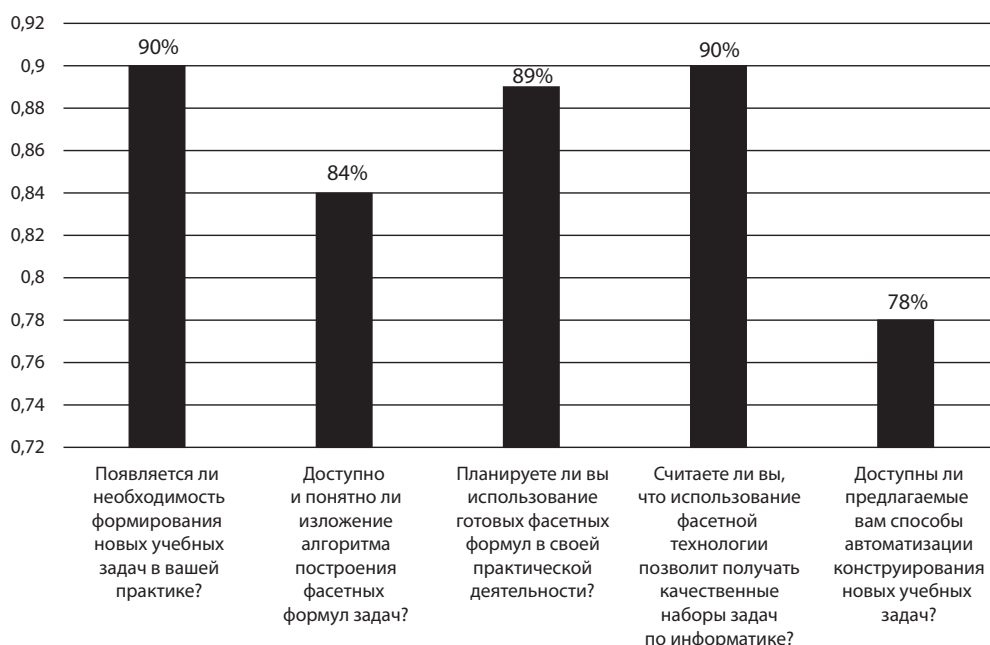


Рис. 6. Результаты анкетирования

школьников, обеспечивает автоматизацию контроля знаний и анализа результатов. Использование предложенной технологии делает возможным развитие профессиональных навыков учителя, снабжает его новыми инструментами как цифровизации учебного процесса, так и расширения поля учебной деятельности. Фасетная технология расширяет область применения фасетной классификации и позволяет генерировать не только задания-тесты, но и полноценные текстовые учебные задачи, предполагающие развёрнутый ответ.

Выявленная в результате анкетирования готовность учителей информатики к использованию в своей профессиональной деятельности фасетной технологии позволяет говорить о возможности включения предложенной технологии в содержание профессиональной подготовки учителей информатики. Фасетная технология может выступать эффективным инструментом конструкторской деятельности учителя, позволяя создавать задачи, отвечающие принципам разноуровневости и однотипности. Разработанные наборы заданий по информатике и соответствующие фасетные формулы могут быть использованы преподавателями в практической работе в средней и высшей школе, а также в системе повышения квалификации. □

Список использованных источников:

1. Радченко, В. П. Понимание текста задачи и развитие учащихся / В. П. Радченко // Формирование духовной культуры личности в процессе обучения математике в школе и вузе: Тезисы докладов XX Всероссийского семинара преподавателей математики университетов и педагогических вузов, Вологда, 02–04 октября 2001 года. Вологда: Легия, 2001. С. 81–82.
2. Буслаев, А. В. Методические основы отбора задач по математике для старших классов различного профиля обучения: дис.... канд. пед. наук / А. В. Буслаев. Москва, 2002.
3. Belshaw D. The Essential elements of digital literacies [Электронный ресурс]. URL: <http://digitalliteraci.es> (дата обращения: 7.01.2019).
4. Бешенков, С. А. Цифровая образовательная среда: стратегия использования и факторы развития / С. А. Бешенков, М. И. Шутикова, Т. И. Никифорова // Педагогическая информатика. 2021. № 1. С. 105–112.
5. Boronenko, T. Organizing educational institutions networking cooperation through distance learning technologies within regional education system / T. Boronenko, A. Kaisina, V. Fedotova // Turkish Online Journal of Distance Education. 2018. Vol. 19. No 2. P. 86–100. DOI 10.17718/tojde.415681.
6. Бороненко, Т. А. Развитие цифровой грамотности школьников в условиях создания цифровой образовательной среды / Т. А. Бороненко, А. В. Кайсина, В. С. Федотова // Перспективы науки и образования. 2019. № 2(38). С. 167–193. DOI 10.32744/pse.2019.2.14.
7. Бороненко, Т. А. Концептуальная модель понятия цифровой грамотности / Т. А. Бороненко,

- А. В. Кайсина, В. С. Федотова // Перспективы науки и образования. 2020. № 4(46). С. 47–73. DOI 10.32744/pse.2020.4.4.
8. Use of project technologies in implementation of activity approach in training first-year bachelor's degree students at modern stage of education digitalization / I. A. Bubenshchikova, M. V. Litvinova, M. V. Kolomina, T. G. Vezirov // CEUR Workshop Proceedings: SLET 2019 Proceedings of the International Scientific Conference Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education and Research, Stavropol-Dombay, 20–23 мая 2019 года. Stavropol-Dombay: CEUR-WS.org, 2019.
 9. Irena Veniaminovna Robert. Formation and development of digital transformation of domestic education on the basis of systemic convergence of pedagogical science and technology 03017 Published online: 26 April 2021 (WOS) 10.1051/shsconf/202110103017 PDF (285.1 KB) DOI: 10.1051/shsconf/202110103017PDF(285.1KB)
 10. Latipov, Z., Galchenko, N., Rozova, N., Ikonnikova, A., Filippova S. (2019) Digital educational environment as a tool of system changes in the teacher's professional activity. *Humanities and Social Sciences Reviews*. 6, 549–553. doi.org/10.18510/hssr.2019.7685
 11. Irena V. Robert. Didactic-technological paradigms in informatization of education // SHS Web of Conferences. Volume: 47. 2018. Article No: 01056–62 eISSN: 2161–2424. Country: France: EDP Sciences. Indexed in Science Proceedings Citation Index, EBSCO, DOAJ. (WOS)
 12. Robert, I. (2018) Didactic-technological paradigms in informatization of education. *SHS Web of Conferences*, 55, 03014. doi.org/10.1051/shsconf/20185503014
 13. Hermeneutical approach to the design process interactive learning environment technologies / A. I. Arkhipova, S. P. Grushevsky, E. A. Pichkurenko [et al.] // CEUR Workshop Proceedings: 5, Yalta, Crimea, 22–25 сентября 2020 года. Yalta, Crimea, 2021. P. 25–37.
 14. Ранганатан, Ш. Р. Классификация двоеточие. Основная классификация / Ш. Р. Ранганатан. Москва: ГПНТБ СССР, 1970.
 15. Харченко, А. В. Фасетная технология как способ построения наборов учебных задач / А. В. Харченко, Н. Ю. Добровольская // Известия Воронежского государственного педагогического университета. 2016. № 1(270). С. 53–57.
 5. Belshaw D. (2011) *The Essential elements of digital literacies*. Retrieved from <http://digitalliteracy.es>
 4. Beshenkov, S., Shutikova, M., Nikiforova, T. (2021) Digital educational environment: strategy of use and development factors. *Pedagogicheskaya informatika (Educational informatics)*, 1, 105–112. (in Russ.).
 5. Shutikova, M., Beshenkov, S., Mindzaeva, E. (2019) Information and Cognitive Technologies in the Context of the 4th Technological Revolution: *Educational Aspects. Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*, 9, 1694–1713.
 6. Boronenko, T., Kaisina, A., Fedotova, V. (2018) Organizing educational institutions networking cooperation through distance learning technologies within regional education system. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 19/2, 86–100. doi.org/10.17718/tojde.415681
 7. Boronenko, T., Kaisina, A., Fedotova, V. (2019) Development of digital literacy of schoolchildren in the context of creating a digital educational environment. *Perspektivy nauki i obrazovaniya (Prospects for Science and Education)*, 2, 167–193. doi: 10.32744/pse.2019.2.14. (in Russ.).
 8. Boronenko, T., Kaisina, A., Fedotova, V. (2020) Бороненко, Т. А. Conceptual Model of the Concept of Digital Literacy. *Perspektivy nauki i obrazovaniya (Prospects for Science and Education)*, 4, 47–73. doi.org/10.32744/pse.2020.4.4 (in Russ.).
 9. Vezirov, T., Bakmaev, A., Kasimov, A., Amiraliyev, A. (2019) Pedagogical capacity of multimedia laboratory of educational resources in specialists training within the conditions of on-line learning. *CEUR Workshop Proceedings*. 1, 33–42.
 10. Latipov, Z., Galchenko, N., Rozova, N., Ikonnikova, A., Filippova S. (2019) Digital educational environment as a tool of system changes in the teacher's professional activity. *Humanities and Social Sciences Reviews*. 6, 549–553. doi.org/10.18510/hssr.2019.7685.
 11. Robert, I. (2021) Formation and development of digital transformation of domestic education on the basis of systemic convergence of pedagogical science and technology. *SHS Web of Conferences*, 101, 03017. doi.org/10.1051/shsconf/202110103017
 12. Robert, I. (2018) Didactic-technological paradigms in informatization of education. *SHS Web of Conferences*, 55, 03014. doi.org/10.1051/shsconf/20185503014
 13. Ranganatan, Sh. (1970) *Colon classification. Main classification*. Moscow, 1970. (in Russ.).
 14. Arkhipova, A., Grushevsky S., Pichkurenko E. (2020) Hermeneutical approach to the design process interactive learning environment technologies. *CEUR Workshop Proceedings*, 25–37.
 15. Kharchenko, A., Dobrovolskaya, N. (2016) Facet technology as a way of constructing sets of educational tasks. *Izvestiya Voronezhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta (News of the Voronezh State Pedagogical University)*, 1, 53–57. (in Russ.).

References:

1. Radchenko, V. (2001) Understanding the text of the problem and the development of students. *Formirovanie duhovnoj kul'tury lichnosti v processe obucheniya matematike v shkole i vuze (Formation of the spiritual culture of the individual in the process of teaching mathematics at school and university)*, 81–82. (in Russ.).
2. Buslaev, A. (2002) *Methodological foundations for the selection of problems in mathematics for senior grades of various training profiles*. Moscow State Pedagogical University, Moscow (in Russ.).