

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ ПО МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Н.В. Сидорова, М.Е. Чекулаева, А.П. Шмакова

Аннотация. В требованиях современных образовательных стандартов в качестве предметных образовательных результатов изучения предметной области «Математика. Информатика» зафиксировано развитие алгоритмического мышления школьников. В статье рассматривается возможность применения интегрированных заданий для развития алгоритмического мышления на уроках математики и информатики. Межпредметный характер выработки приемов алгоритмического мышления определяется общим подходом к решению задач школьных курсов математики и информатики — построения последовательности действий (алгоритма). В статье делается акцент на решении математических задач, содержащих наиболее подходящие для составления интегрированных заданий параметры, так как с помощью составленной программы можно легко найти (или проверить найденные) разные решения уравнения или неравенства в зависимости от параметра. Приведены примеры такого типа заданий.

Ключевые слова: школьное образование, алгоритмическое мышление, межпредметные связи, интегрированные задания, программирование, задачи с параметрами.

Для цитирования: Сидорова Н.В., Чекулаева М.Е., Шмакова А.П. Интегрированные задания по математике и информатике как средство развития алгоритмического мышления обучающихся // Преподаватель XXI век. 2022. № 2. Часть 1. С. 145–154. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-145-154



INTEGRATED TASKS ON MATHEMATICS AND IT
AS A MEANS OF DEVELOPING THE ALGORITHMIC THINKING
OF SCHOOLCHILDREN

N.V. Sidorova, M.E. Chekulaeva, A.P. Shmakova

Abstract. *According to the requirements of modern educational standards, the development of algorithmic thinking of students is stated as a subject learning outcome in “Mathematics. Informatics” The article deals with the possibility of using integrated tasks for developing algorithmic thinking in mathematics and informatics classes. The interdisciplinary character of developing algorithmic thinking methods is defined by the common approach to solving the problems of school Maths and informatics courses which is building of sequence of actions (algorithm). The article focuses on solving mathematical problems containing the parameters most suitable for making up integrated tasks, as one can easily find (or check the found) different solutions to an equation or inequality, depending on the parameter. Examples of this type of tasks are given.*

Keywords: *school education, algorithmic thinking, integration, inter-subject connections, integrated tasks, programming, tasks with parameters.*

Cite as: Sidorova N.V., Chekulaeva M.E., Shmakova A.P. Integrated Tasks on Mathematics and IT as a Means of Developing the Algorithmic Thinking of Schoolchildren. *Prepodavatel XXI vek. Russian Journal of Education*, 2022, No. 2, part 1, pp. 145–154. DOI: 10.31862/2073-9613-2022-2-145-154

146

Анализ результатов ЕГЭ по математике показывает, что при решении задач с параметрами большинство учащихся испытывают затруднения. Процент выполнения этих заданий составляет всего 4–5% [1]. Эти задачи требуют от решающего не просто знаний математических фактов, но умений анализировать, предвидеть и представлять, как поведет себя та или иная функция при разных значениях параметра, умений мысленно составлять алгоритм действий и оценивать его правильность по ходу решения.

Результаты ЕГЭ по информатике также показывают низкий процент (8,8%) выполнения задания «27. Умение создавать собственные программы средней сложности» [2]. Это задание также направлено

на диагностику умения строить алгоритмы действий для получения цели. Как показывает практика работы в школе, ученики, хорошо знающие математический материал и приемы решения, затрудняются в построении самого хода решения, в выработке алгоритма решения конкретной задачи. Информатика, в частности программирование, основана на построении алгоритмов. Два важных школьных учебных предмета, успешность изучения которых зачастую зависит от уровня развития алгоритмического мышления, — это математика и информатика. Во ФГОС ОО в требованиях к образовательным результатам в предметной области «Математика. Информатика» указано на «развитие алгоритмического мышления,

необходимого для профессиональной деятельности в современном обществе...» [3].

Важностью реализации межпредметной связи и интеграции математики и информатики как одного из приемов развития алгоритмического типа мышления и обосновывается актуальность исследования.

Цель исследования — обоснование целесообразности использования интегрированных заданий по математике и информатике для развития алгоритмического мышления учащихся.

Методологической основой работы являются исследования методистов в области межпредметных связей и интеграции учебных дисциплин (Л.Г. Кузнецовой, А.В. Усовой и др.); развития у обучаемых алгоритмического мышления (Л.Г. Лучко, Н.Я. Виленкина, Н.А. Крутицкого и др.) [4–6].

Межпредметные связи рассматриваются методистами с разных сторон: как основа системности и последовательности в обучении; дидактический принцип; дидактическое условие и др. В нашем исследовании мы опираемся на следующий подход к определению: межпредметные связи отражают комплексный подход к воспитанию и обучению, формируют владение познавательными методами обобщенного характера [7]. Одним из таких методов обобщенного характера является разделение общей идеи решения учебной задачи на отдельные мелкие шаги и установление связи между ними, т. е. составление алгоритма действий и перевод этого алгоритма в конкретные компьютерные программы.

Интеграция — это сторона процесса развития, связанная с объединением в целое разнородных частей и элементов [8].

В нашем исследовании интеграция состоит в решении учащимися разнородных задач (например, задача с параметром и программирование). В то же

время реализация межпредметной связи в общем принципе (математический алгоритм решения задачи) совпадает с алгоритмом составления программы, но, конечно, они имеют предметные отличия.

Мышление в психологии определяется как познавательный процесс, который формирует в сознании обобщенное, опосредованное, понятийное представление о действительности [9]. Алгоритм — это последовательность четко определенных действий для решения проблемы, выраженная в конечном числе шагов. Алгоритмическое мышление — познавательный процесс, который характеризуется четкой детализированной цепочкой действий при решении задачи. В этой цепочке присутствуют действия, соответствующие разным типам алгоритмов: линейное, разветвленное, циклическое и др. [5].

Решение задачи базируется на мыслительной деятельности, в которую включены разные типы мышления. Каждый тип мышления характеризует определенную мыслительную деятельность. По степени новизны получаемого продукта выделяют репродуктивное и продуктивное (творческое) мышление [10]. По способу обобщения — теоретическое и эмпирическое [11; 12]. Алгоритмическое мышление проявляется при составлении определенной цепочки действий, которая приведет к окончательному ответу. Но чтобы у человека возникла идея построения этой цепочки, задействованы и другие типы мышления.

В методике обучения учащихся решению типовых задач применяется алгоритмический метод. Учитель «тренирует» учащихся на выработку умений применять алгоритм. Алгоритмическое мышление — это мыслительная деятельность на построение алгоритма к решению задач. Составление алгоритма — это не просто способность выделить в общей идее решения отдельные операции и их связи. В ходе

составления алгоритма к решению нестандартной задачи проявляется и эвристическое мышление — определенный способ суждений, опирающийся на интуицию.

По способу поиска алгоритма к задаче можно выделить две стороны алгоритмического мышления: репродуктивную (владение известными алгоритмами и их применение к ряду задач), и продуктивную, которая характеризуется новизной созданного алгоритма, его необычностью и рациональностью в решении нестандартной задачи. Продуктивная сторона алгоритмического мышления связана с эвристическим мышлением, в основе которого лежит интуиция [13; 14].

Остановимся на пошаговом сравнении процесса программирования в проектных конструкторских бюро и процесса выполнения интегрированного задания школьниками.

Шаг 1. В конструкторском бюро заказчик составляет требование к компьютерным программам: указывает массив данных на входе; формулы возможных вычислений с этими данными и окончательный результат на выходе (на контрольном примере).

Этому соответствует получение учащимся интегрированного задания.

Шаг 2. Задание заказчика поступает к постановщику, который разрабатывает укрупненный алгоритм в виде блок-схемы, пояснений и рекомендаций программисту.

Этот шаг соответствует поиску учащимся идеи решения математической задачи, реализации этой идеи, получению ответа. В соответствии с принципом решения выстраивается алгоритм — расписание действий в виде общей блок-схемы, каждый блок которой может подразумевать ряд мелких операций.

Шаг 3. Далее эта «постановка» попадает к программисту, который составляет

уже компьютерную программу с учетом возможностей языка программирования; осуществляется проверка работы компьютерной программы на контрольном примере, так называемая отладка программы.

Ученик составляет компьютерную программу, сравнивает решение задачи компьютером со своим и проверяет ответ по эталону.

Итак, выполнение интегрированного задания происходит пошагово. Задание включает математическую задачу и указание на программирование.

Рассмотрим пример интегрированного задания: «Найти корни уравнения $ax^2 + bx + c = 0$, если известны координаты трех точек функции $y = ax^2 + bx + c$: А (-4; -3); В (-3; -2); С (-2; 1). Разработать компьютерную программу для решения с учетом изменения координат точек А, В, С».

Учащиеся сразу вспоминают типовой алгоритм: исследовать дискриминант, написать формулу расчета корней. Однако коэффициенты не известны. И здесь приходится мыслить, находить что-то новое. В «действие» приходит продуктивная сторона алгоритмического мышления — на базе известных алгоритмов, действий и операций подобрать то, что поможет найти решение-ответ. Эта продуктивная сторона алгоритмического мышления может актуализировать интуицию в поиске последовательности тех действий, которые приведут к нахождению коэффициентов. Эти алгоритмы могут отличаться. Например, подставляя в функцию координаты точек, получаем три уравнения с тремя неизвестными. Можно вычесть из первого второе и получить уравнение с двумя неизвестными, можно из первого вычесть третье, можно из второго вычесть третье. В построении алгоритма присутствует вариативность действий

«ИЛИ». По какому пути пойдет решающий, это его выбор. После того, как определены коэффициенты, находятся корни уравнения. В данном случае актуализируется и репродуктивная, и продуктивная стороны алгоритмического мышления.

Анализ заданий по программированию показывает, что большинство из них не несут какой-либо значимости для учащегося. Интерес к решению таких задач только в стремлении ученика связать свою будущую профессию с компьютером. Но в учебном процессе играет большую роль мотивация: нужность, необходимость создать алгоритм. Он нужен ученику для решения проблем сейчас.

Практика работы в школе показывает, что некоторые темы курса математики, например, тема «Производная», усваиваются учащимися с большим трудом. Этому есть много причин, одна из них — ученики должны усвоить абстрактный материал за считанные часы. А запомнить все формулы и правила нахождения производной, находить максимумы и минимумы, не опираясь на какой-либо наглядный материал, сложно. Интегрированное задание: «Разработать компьютерную программу для иллюстрации поведения некоторой функции и ее производной на заданном интервале». Здесь и возникает проблема: как составить алгоритм, чтобы написанная программа могла показать и саму функцию, и ее производную? Составить такую программу для ученика довольно трудно. При отладке программы обязательно найдутся такие элементы, которые надо поменять и даже переписать программу для разного диапазона переменных. Значимость для учащихся имеют такие интегрированные задания, результат выполнения которых окажется полезным для других. Мотивация состоит в важности выполнения задания именно сейчас. В результате выполнения задания

получается новый продукт, который может быть использован в учебном процессе для иллюстрации некоторых математических зависимостей и повышения наглядности при усвоении принципа решения задач по данной теме.

Пример интегрированного задания: «Определить точки минимума и максимума функции: $y = x^3 + 2x^2 - 5$; составить алгоритм к программе, иллюстрирующей поведение самой функции и ее производной». Графики, которые иллюстрируют поведение функций, повышают наглядность при изучении темы и могут быть использованы в учебном процессе по математике, причем одним из важных элементов является выбор диапазона независимой переменной. Надо так расположить график, чтобы были хорошо видны и максимумы/минимумы самой функции, и изменение производной. В условиях экстремума производная должна пересекать ось независимой переменной ОХ. На рис. 1 показаны графики функции y (верхний график) и ее производной y' (нижний график). Выполняя это задание, ученик осваивает не просто умение строить алгоритм и переводить его на компьютерный язык, но и получать опыт отладки программы с целью наиболее удачного варианта. В структуре контрольно-измерительных материалов ЕГЭ в задании № 11 (исследование функции) встречаются функции, который трудно ученику представить в виде графика. У них просто нет этого опыта. Например, задание на исследование функции без использования производной.

Пример интегрированного задания: «Найти наибольшее значение функции: $y = \sqrt{4 - 4x - x^2}$. Составить компьютерную программу, иллюстрирующую решение в виде графиков». Исследование таких функций происходит чисто формально,

ученик выполняет алгоритм, который усвоил при решении однотипных задач. Однако в зависимости от поведения функции решение может быть неоднозначно. Привлечение учащихся к разработке алгоритма и программы, иллюстрирующей возможное решение, способствует формированию алгоритмического мышления на продуктивном уровне. На рис. 2 показаны графики функций: одна, которая стоит под знаком корня y_1 (верхний график), и самой функции y (нижний график).

Естественно, такая работа учащегося вызывает интерес тем, что она не только для отметки, но и созданный программный продукт полезен для других, в частности, для использования в качестве наглядного материала.

Проблема интеграции математики и информатики в настоящее время решается разнообразно. Одно из направлений — способы наглядного представления информации (создание презентаций, графиков, диаграмм, моделей геометрических объектов и др.). Однако сочетание процесса решения математической задачи с построением компьютерной программы на языке программирования, а именно это способствует развитию алгоритмического мышления, в полной мере пока не разработано.

Целью интегрированных заданий является сочетание математического решения

с составлением алгоритма и самой программы на языке программирования. Умение программировать приобретает в результате практики решения математических задач разного уровня сложности. Приобретая навыки программирования, ученик практически произвольно развивает в уме ход решения математической задачи на отдельные действия, развивая, таким образом, алгоритмическое мышление [15]. Это развитие наиболее эффективно, если приемы программирования целенаправленно и периодически используются в других предметных областях (физике, химии и др.).

Разрабатывая структуру интегрированного задания, мы руководствовались основными этапами программирования (см. табл. 1) [16].

Задачи с параметром наиболее подходят для составления интегрированных заданий, так как с помощью составленной программы можно найти разные решения уравнения или неравенства в зависимости от параметра. Это создает возможность «испытания»: «Что будет, если заменить значения параметра в допустимой области?». При этом используются разные виды алгоритмов (линейный, разветвленный, циклический), что способствует более глубокому освоению программирования. В табл. 2 представлен один из примеров решения задачи с параметром на языке Бейсик.

150

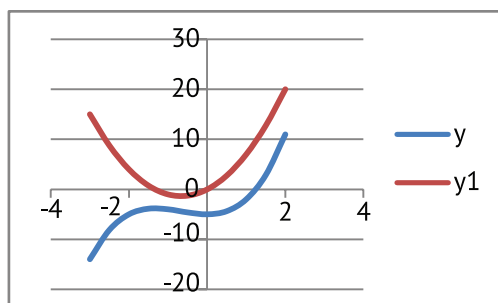


Рис. 1. Графики функции y и ее производной y_1

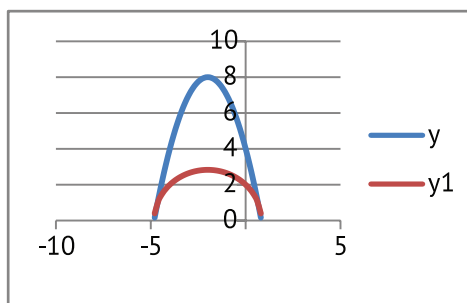


Рис. 2. Графики функции, стоящей под знаком корня y_1 и самой функции y

Таблица 1

Основные этапы программирования

Этапы программирования	Структура задания
Составление вариантов общего алгоритма решения задачи, их анализ и выбор наиболее рационального	Решить задачу. «Условие математической задачи». Выделить путь решения.
Построение блок-схемы алгоритма с детализацией действий в соответствии с компьютерными командами	Построить алгоритм решения в виде блок-схемы. Определить, какие команды могут быть выполнены.
Перевод алгоритма на язык программирования	Составить компьютерную программу по решению задачи.
Отладка программы	Проверить действенность программы. Сверить решение задачи на компьютере с решением без компьютера.
Решение задачи с помощью этой программы с другими данными	Изменив входные данные, проверить решение на этой программе.

Таблица 2

Пример интегрированной задачи

Задача и решение	Программа на языке БЕЙСИК
<p><i>Задача.</i> Найти все значения параметра a, при котором уравнение $2a(a-2)x = a-2$ имеет решение.</p> <p><i>Решение.</i> При $a = 0$ имеем $0 = -2$. Нет решения. При $a = 2$ имеем $0 = 0$. $x \in \mathbb{R}$. В других случаях $x = \frac{1}{2a}$.</p> <p><i>Ответ:</i> $a \in (-\infty; 0) \cup (0; 2) \cup (2; +\infty)$.</p>	<pre> 10 INPUT A 20 IFA = 0 GOTO 70 30 IFA = 2 GOTO 75 40 X = 1/(2*A) 50 PRINT X 51 PRINT «Если хотите продолжить перебор A, нажмите 1» 52 INPUT K 53 IF K = 1 GOTO 10 ELSE 55 55 PRINT «A – любое, кроме 0 и 2» 60 END 70 PRINT «НЕТ РЕШЕНИЯ» GOTO 10 75 PRINT «X – любое число» GOTO 10 </pre>

151

Последовательность таких заданий целесообразно начинать с более простых, постепенно их усложняя. Но уровень сложности, на наш взгляд, должен быть ограничен.

Возможность использования интегрированных заданий для развития алгоритмического мышления подтверждается тем, что процесс решения любой математической задачи представляет определенную последовательность действий, т. е. определенный алгоритм, программирование, это также детализация действий по решению, т. е.

составление алгоритма. Таким образом, интегрированные задания по математике и информатике эффективно влияют на развитие алгоритмического мышления школьников. Опыт реализации такого подхода подтверждает целесообразность их использования в процессе преподавания математики и информатики. Следует отметить организационные трудности использования в случае, если эти дисциплины преподает не один учитель. При таком варианте возможно применение интегрированных заданий во внеурочной деятельности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методический анализ ЕГЭ по математике. URL: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1637601627&tld=ru&lang=ru&name=02_Математика_ЕГЭ_2020.pdf (дата обращения: 24.11.2021).
2. Предметный анализ результатов ЕГЭ–2020 по информатике. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1637600327&tld=ru&lang=ru&name=Предметный-анализ-результатов-ЕГЭ-2020-по-информатике.pdf> (дата обращения: 24.11.2021).
3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (дата обращения: 29.11.2021).
4. Виленкин, Н.Я., Дробышев, Ю.А. Воспитание алгоритмического типа мышления на уроках математики // Начальная школа. 1988. № 12. С. 19–22.
5. Лебедева, Т.Н. Формирование алгоритмического мышления школьников в процессе обучения рекуррентным алгоритмам в профильных классах средней общеобразовательной школы: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2005. 20 с.
6. Усова, А.В. Межпредметные связи как необходимое условие повышения научного уровня преподавания основ наук // Межпредметные связи в преподавании основ наук в школе: сб. науч трудов. Ч. 1. Челябинск, 1973. С. 50–54.
7. Педагогический энциклопедический словарь / гл. ред. Б.М. Бим-Бад. 3-е изд. М.: Большая российская энциклопедия, 2009. 527 с.
8. Самойлова, Е.С. Интеграция школьных курсов информатики и математики в свете новых федеральных государственных образовательных стандартов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-shkolnyh-kursov-informatiki-i-matematiki-v-svete-novyh-federalnyh-gosudarstvennyh-obrazovatelnyh-standartov> (дата обращения: 29.11.2021).
9. Петухов, В.В. Психология мышления. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1637863848&tld=ru&lang=ru&name=petuchov.pdf> (дата обращения: 29.11.2021).
10. Калмыкова, З.И. Продуктивное мышление как основа обучаемости. М.: Педагогика, 1981. 200 с.
11. Зак, А.З. Развитие теоретического мышления у младших школьников. М.: Педагогика, 1984. 152 с.
12. Давыдов, В.В. Определение мышления. URL: https://psyjournals.ru/files/1432/kip_2006_n2_Davidov.pdf (дата обращения: 20.02.2022).
13. Фролов, А.А. Соотношение эвристического алгоритмического мышления. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnoshenie-algoritmizatsii-i-evristiki-pri-formirovanii-i-translyatsii-nauchnogo-znaniya> (дата обращения: 20.02.2022).
14. Эвристика и интуиция. URL: <https://helpiks.org/1-108676.html> (дата обращения: 20.02.2022).
15. Лукина, Л.А., Сидорова, Н.В., Кузина, Н.Г. Оценка сложности задач курса информатики // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. № 4. С. 32–36.
16. Перова, В.И., Сабаяева, Т.А., Чекмарев, Д.Т. Разработка алгоритмов для решения задачи на ЭВМ: учебное пособие. Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2015. 136 с.

REFERENCES

1. *Metodicheskij analiz EGE po matematike* [Methodical Analysis of the Unified State Exam in Mathematics]. Available at: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1637601627&tld=ru&lang=ru&name=02_Математика_ЕГЭ_2020.pdf (accessed: 24.11.2021). (in Russ.)

2. *Predmetnyj analiz rezultatov EGE–2020 po informatike* [Subject Analysis of the Results of the Unified State Exam–2020 in Computer Science]. Available at: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1637600327&tld=ru&lang=ru&name=Предметный-анализ-результатов-ЕГЭ-2020-по-информатике.pdf> (accessed: 24.11.2021). (in Russ.)
3. *Federalnyj gosudarstvennyj obrazovatelnyj standart osnovnogo obshhego obrazovaniya* [Federal State Educational Standard of Basic General Education]. Available at: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> (accessed: 29.11.2021). (in Russ.)
4. Vilenkin, N.Ja., Drobyshev, Ju.A. Vospitanie algoritmicheskogo tipa myshleniya na urokah matematiki [Education of the algorithmic type of thinking in mathematics lessons], *Nachalnaja shkola*, 1988, No. 12, pp.19–22. (in Russ.)
5. Lebedeva, T.N. *Formirovanie algoritmicheskogo myshleniya shkolnikov v processe obuchenija rekurrentnym algoritmam v profilnyh klassah srednej obshheobrazovatelnoj shkoly* [Formation of Algorithmic Thinking of Schoolchildren in the Process of Teaching Recurrent Algorithms in Specialized Classes of a Secondary School]: Extended Abstract of PhD Dissertation (Pedagogy). Ekaterinburg, 2005. (in Russ.)
6. Usova, A.V. Mezhpredmetnye svyazi kak neobhodimoe uslovie povysheniya nauchnogo urovnya prepodavaniya osnov nauk [Interdisciplinary Connections as a Necessary Condition for Improving the Scientific Level of Teaching the Basics of Science]. In: *Mezhpredmetnye svyazi v prepodavanii osnov nauk v shkole* [Interdisciplinary Connections in Teaching the Basics of Sciences at School: Collection of Scientific Works, part 1]. Cheljabinsk, 1973, pp.50–54. (in Russ.)
7. *Pedagogicheskij enciklopedicheskij slovar* [Pedagogical Encyclopedic Dictionary], ed. by B.M. Bim-Bad. Moscow, Bolshaja rossijskaja enciklopedija, 2009. (in Russ.)
8. Samojlova, E.S. *Integracija shkolnyh kursov informatiki i matematiki v svete novyh federalnyh gosudarstvennyh obrazovatelnyh standartov* [Integration of School Courses in Computer Science and Mathematics in the Light of New Federal State Educational Standards]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-shkolnyh-kursov-informatiki-i-matematiki-v-svete-novyh-federalnyh-gosudarstvennyh-obrazovatelnyh-standartov> (accessed: 29.11.2021). (in Russ.)
9. Petuhov, V.V. *Psihologija myshlenija* [Psychology of Thinking]. Available at: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1637863848&tld=ru&lang=ru&name=petuchov.pdf> (accessed: 29.11.2021). (in Russ.)
10. Kalmykova, Z.I. *Produktivnoe myshlenie kak osnova obuchaemosti* [Productive Thinking as the Basis of Learning]. Moscow, Pedagogika, 1981, 200 p. (in Russ.)
11. Zak, A.Z. *Razvitie teoreticheskogo myshlenija u mladshih shkolnikov* [The Development of Theoretical Thinking in Younger Students]. Moscow, Pedagogika, 1984, 152 p. (in Russ.)
12. Davydov, V.V. *Opredelenie myshlenija* [Definition of Thinking]. Available at: https://psyjournals.ru/files/1432/kip_2006_n2_Davidov.pdf (accessed: 20.02.2022). (in Russ.)
13. Frolov, A.A. *Sootnoshenie evristicheskogo algoritmicheskogo myshlenija* [The Relation of Heuristic Algorithmic Thinking]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnoshenie-algoritmizatsii-i-evristiki-pri-formirovanii-i-translyatsii-nauchnogo-znaniya> (accessed: 20.02.2022). (in Russ.)
14. *Evrastika i intuiciya* [Heuristics and Intuition]. Available at: <https://helpiks.org/1-108676.html> (accessed: 20.02.2022). (in Russ.)
15. Lukina, L.A., Sidorova, N.V., Kuzina, N.G. Ocenka slozhnosti zadach kursa informatiki [Assessing the Complexity of Computer Science Course Tasks], *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Serija: Informatizacija obrazovaniya* = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of Education, 2014, No. 4, pp. 32–36. (in Russ.)

16. Perova, V.I., Sabaeva, T.A., Chekmarev, D.T. *Razrabotka algoritmov dlya resheniya zadachi na EVM: uchebnoe posobie* [Development of Algorithms for Solving a Computer Problem: Textbook]. Nizhnij Novgorod, Nizhegorodskij universitet, 2015. (in Russ.)
-

Сидорова Наталья Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедра методик математического и информационно-технологического образования, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, navsi69@mail.ru

Natalya V. Sidorova, PhD in Education, Associate Professor, Chairperson, Methods of Mathematical and Information Technology Education Department, I.N. Ulyanov Ulyanovsk State Pedagogical University, navsi69@mail.ru

Чекулаева Мария Евгеньевна, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра методик математического и информационно-технологического образования, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, mtchekulaewa@yandex.ru

Maria E. Chekulaeva, PhD in Education, Associate Professor, Methods of Mathematical and Information Technology Education Department, I.N. Ulyanov Ulyanovsk State Pedagogical University, mtchekulaewa@yandex.ru

Шмакова Анна Павловна, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра методик математического и информационно-технологического образования, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова, anshmak@mail.ru

Anna P. Shmakova, PhD in Education, Associate Professor, Methods of Mathematical and Information Technology Education Department, I.N. Ulyanov Ulyanovsk State Pedagogical University, anshmak@mail.ru

Статья поступила в редакцию 04.12.2021. Принята к публикации 25.03.2022

The paper was submitted 04.12.2021. Accepted for publication 25.03.2022