

УДК 378.147

DOI 10.31483/r-21827

В.Г. Казакевич, Е.А. Толкачева

ШАБЛОНЫ И АЛГОРИТМЫ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА

***Аннотация**: в работе рассмотрены типы мышления и уровни их сформированности, основанные на двухфакторной классификации учебных задач. Приведены примеры задач-шаблонов и задач-алгоритмов. Выдвинута гипотеза о том, что переход на следующий уровень образования подразумевает и шаг в преобладании типа мышления (в предлагаемой типологии). Основными методами проверки гипотезы будут являться разработка систем задач-маркеров для выявления типа мышления и уровня его сформированности; сравнительный анализ сформированности типов мышления и успешности обучения, его эффективности; классификация учебных математических задач для формирования программы деятельности будущего инженера.*

***Ключевые слова**: мышление, анализ, синтез, математическая подготовка, классификация задач, шаблон, алгоритм, типология мышления, уровень высшего образования.*

V.G. Kazakevich, E.A. Tolkacheva

TEMPLATES AND ALGORITHMS IN THE MATHEMATICAL ENGINEERING TRAINING

***Abstract**: the work considers the types of thinking and levels of their formation, based on a two-factor classification of educational tasks. Examples of pattern tasks and algorithm tasks are given. It was hypothesized that a transition to the next level of education implies a step in the predominance of the type of thinking (in the proposed typology). The main methods of testing the hypothesis will be the development of systems of tasks-markers to identify the type of thinking and the level of its formation; a comparative analysis of types of thinking formation and the success of training, its*

effectiveness; classification of educational mathematical problems for the formation of the program of the future engineer.

Keywords*: thinking, analysis, synthesis, mathematical training, classification of tasks, template, algorithm, typology of thinking, level of higher education.*

Основа математической подготовки инженера – решение задач. Математическая задача при этом выступает в роли своеобразного «тренажера» для решения инженерных задач. Но «создать тренажеры» возможно только для уже известных инженерных задач, именно поэтому преподавание математических дисциплин в современном инженерном образовании России свелось к рассмотрению математических моделей классических инженерных задач, причем классических в историческом смысле, то есть относящихся к концу XIX – началу XX веков. Но целью математического инженерного образования является не только изучение существующих математических моделей инженерных задач, но и развитие мышления, необходимого для решения профессиональных задач в будущем.

Мышление осуществляется посредством мыслительных операций: анализ, синтез, сравнение, обобщение, абстрагирование, поэтому и процесс познания невозможен без соответствующих методов. Проблема осознанного использования в инженерном математическом образовании аналитико-синтетических методов познания интересует нас в первую очередь [1].

Согласно модели мышления голландского психолога ван де Гера [2], мыслительная деятельность состоит в непрерывном интуитивном выявлении скрытых аспектов проблемной ситуации по «намекам», содержащимся в сразу воспринимаемом, то есть открытом аспекте. Для этого требуются определенные действия субъекта, превращающие скрытые аспекты в открытые.

Исследования американского психолога Джона [3] показали, что решение задач действительно можно представить, как «развертывание» проблемной ситуации, то есть как выявление все новых ее аспектов. Происходит непрерывное переформулирование проблемы, суть которого заключается в постановке ряда частных задач, то есть происходит замещение основной цели задачи более частными и конкретными. Действия испытуемых при этом, по мнению Джона, представляют собой операции анализа и синтеза, то есть процесс решения задач представляет собой чередующиеся этапы анализа и синтеза.

Переложив выводы Джона на математическую задачу, можно говорить о некоторой блок-схеме их решения (рис. 1). Процесс решения задачи в широком смысле начинается с мыслительного действия, которое включают в себя: осознание вопроса (всех открытых аспектов); появление предположений, подчиненных цели (ассоциаций – намеков на скрытые аспекты); проверка предположений (циклы отсева ассоциаций); формулирование ответа.

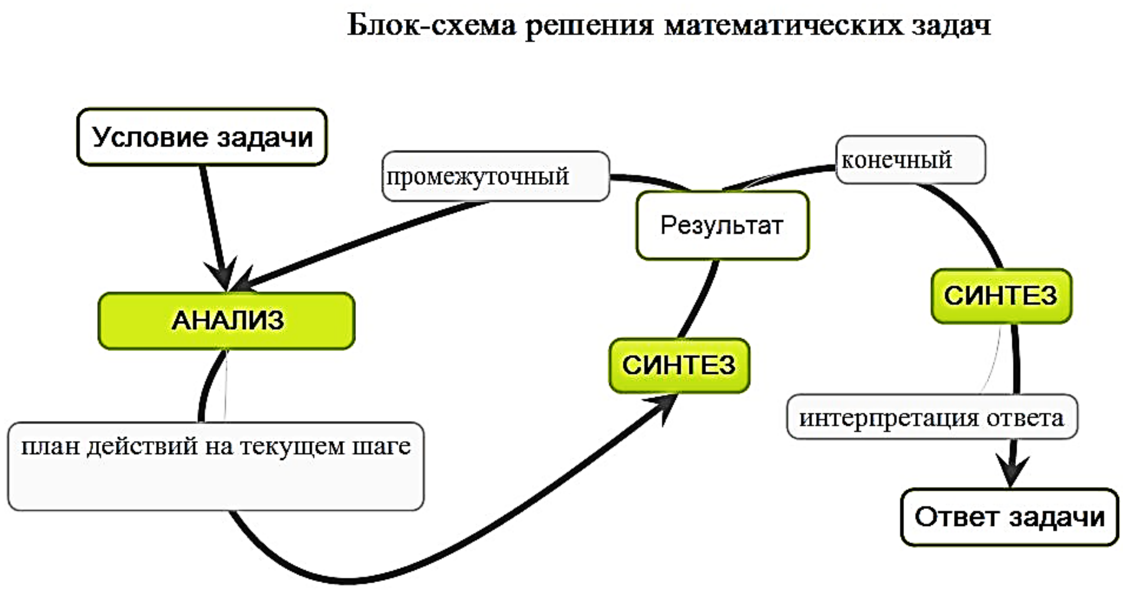

Рис. 1. Блок-схема решения математических задач

В основании классификации задач, по мнению ван де Гера [2], может лежать как направление «развертывания» проблемной ситуации (экстраполяционные, интерполяционные задачи и их сочетания), так и характеристики элементов, образующих задачу – тех намеков, или импликаций, из которых можно вычерпывать новые аспекты ситуации.

Фактором, определяющим избирательное выявление скрытых аспектов ситуации, является, по мнению Гера, ситуация цели, к которой стремится решающий задачу. При этом исходная ситуация не может быть сразу переведена в ситуацию цели – для этого необходимо произвести несколько «развертываний» исходной ситуации. Не имея возможности сразу перевести исходную ситуацию в целевую, человек ставит ряд промежуточных целей и пытается сначала к ним свести первоначальную проблему [2].

При этом необходимо постоянно следить за «непрерывностью» возрастания сложности использования аналитико-синтетических методов, чтобы избежать проблем, связанных с обобщением психолого-педагогического понятия зоны ближайшего развития, то есть согласованности обучения и достигнутого уровня развития [4]. Именно эта согласованность является залогом эффективности обучения. Для обеспечения которой, необходимо ввести размерности зоны ближайшего развития.

Исходя из вышесказанного, можно классифицировать учебные задачи [5]. Каждая из задач характеризуется парой (k, f), где под количеством ходов (k) в задаче понимается количество переходов от анализа к синтезу или количество принципиально разных подзадач, промежуточных целей, необходимых для решения задачи. Под размерностью зоны ближайшего развития (f) же мы будем понимать возможность переходов к таким мыслительным операциям, как: сравнение, обобщение, абстрагирование.

Задачи характеристики (k, 0) назовем задачами-шаблонами. Работа с задачами-шаблонами допустима только на начальных этапах знакомства с новыми понятиями и должна постоянно разбавляться обсуждением природы объектов, возможных действий с ними. Задачи характеристики (k, 1) назовем задачами-алгоритмами. Характеристика конкретной задачи этого типа зависит от количества ходов, их сложность возрастает при увеличении k. Причем синтез на каждом последующем шаге зависит от результатов анализа на предыдущем, и формализован уже на уровне методов, которые нужно применять на каждом последующем шаге. Вопрос о том, какой из алгоритмов применять для решения конкретной задачи должен решаться, исходя из анализа условий задачи, то есть переходом к мыслительной операции сравнения. Наиважнейший аспект в задачах-алгоритмах – вопрос о границах применимости метода, алгоритма (который потом превратится в вопросы о границах применимости, например, математических и физических моделей).

Задачи характеристики (k, 2) назовем задача-исследование. Это тип задач, алгоритм решения которых неизвестен (для учебных задач – не рассмотрен в готовом виде в рамках курса). Основная ценность таких задач (помимо применения многоходовых и многофакторных аналитико-синтетических рассуждений) в самостоятельной разработке метода решения.

Верхней ступенью в процессе обучения является постановка задач, генерация задач сама является задачей характеристики (k, 3). Задачи такого типа, при очень небольших k, могут считаться учебными и участвовать в математическом образовании будущих учителей и преподавателей.

Приведем примеры задач-шаблонов и задач-алгоритмов из теории чисел.

Задача, сформулированная следующим образом: «вычислите значение функции Эйлера $\varphi(n)$», является задачей-шаблоном. Различие между задачами такого типа, принадлежащими одного шаблону – на уровне отличия в константах. Но количество ходов, или количество необходимых для решения принципиально разных подзадач, различно (табл. 1). При решении этой задачи необходимо представить аргумент в канонической форме, и использовать факты: $\varphi(p) = p - 1$, $\varphi(p^k) = p^{k-1}(p-1)$, если p – простое число, и мультипликативность функции Эйлера для взаимно простых аргументов, то есть $\varphi(ab) = \varphi(a)\varphi(b)$, если НОД$(a,b)$=1.

Таблица 1

Аналитико-синтетические характеристики задачи-шаблона

№	Задача	Характеристика	Комментарии
1	Вычислите значение функции φ (13).	(0, 0)	Аргумент простой, это общеизвестно. Шаблон для вычисления значения функции Эйлера для простого числа помнят практически все. Те, кто помнит только один шаблон, как правило, помнят как раз этот. Большинство решают верно.
2	Вычислите значение функции φ (113).	(0, 0)	Аргумент простой, но не относится к списку простых чисел, которые помнят все.

3	Вычислите значение функции φ (120).	(1, 0)	Аргумент не простой, что очевидно (например, из соображений делимости на 10).
4	Вычислите значение функции φ ($2^5 \cdot 3^3$).	(1, 0)	Аргумент – произведение степеней различных простых чисел.
5	Вычислите значение функции φ ($14^2 \cdot 15^3$).	(2, 0)	Аргумент – произведение степеней различных взаимно простых, но *не простых* чисел.
6	Вычислите значение функции φ ($6^5 \cdot 4^3$).	(2, 0)	Аргумент – произведение степеней двух не взаимно простых чисел.

Задача-алгоритм на ту же тематику ставится и формулируются по-другому. Например, в курсе дискретной математики СПбГЭТУ «ЛЭТИ», задачи на решение уравнения $\alpha n = \beta\varphi(n)$ ставятся в явной алгоритмической форме [6, 7]. Рассмотрим следующую задачу-алгоритм:

Дано уравнение $4n = 15\varphi(n)$.

(a) Найдите наименьшее решение уравнения и докажите, что найденное вами решение – наименьшее.

(б) Пусть n_0 – это наименьшее решение. Докажите, что все остальные решения делятся на n_0.

(c) Найдите все решения этого уравнения и докажите, что других решений нет.

Характеристика (k, 1) этой конкретной задачи представлена в табл. 2. Такая постановка показывает, что синтез для каждого последующего вопроса зависит от результатов анализа при ответе на предыдущий, при этом в явном виде представлен переход к мыслительной операции сравнения.

Таблица 2

Аналитико-синтетические характеристики задачи-алгоритма

№	Характеристика	Комментарии
(a)	(1, 1)	Анализ исходного уравнения показывает, что число *n* кратно и 3, и 5, после чего перебором легко получить ответ 30.
(б)	(2, 1)	Первый шаг относится к предыдущему пункту. После некоторых преобразований и второго этапа анализа (уже преобразованного выражения) становится ясно, что n кратно не только 5 и 3, но и 2, из чего сразу следует, что любое решение делится на

		минимальное. Заметим, что попытка решить этот пункт, не решив первый, практически обречена погрязнуть в вычислениях и разборах вариантов.
(в)	(4, 1)	Этот пункт, накрывающий два предыдущих, (первые 2 витка аналитико-синтетической спирали относятся к предыдущим). После выводов о делимости n на 2, 3 и 5 анализ выражения после очередного преобразования показывает, что других простых делителей у решения нет. Следовательно, можно вывести общую формулу для решения исходного уравнения $n = 2 \wedge k * 3 \wedge l * 5 \wedge m$, где k, l, m – натуральные. Заметим, что в решении этого пункта не используются результаты предыдущих двух, но выкладки, которые необходимы для его решения, содержат в себе решения обоих предыдущих пунктов.

После краткой характеристики задачи обратимся к решающему задачу, то есть к субъекту. Реальное решение задачи – это всегда взаимодействие субъекта и объекта, в ходе которого преобразуется не только задача, объект мышления, но и сам субъект. Основным условием, которое обеспечивает развертывание процесса решения задачи, является акт принятия задачи субъектом [8]. Это есть связывание задачи с некоторой уже существующей, актуализированной в данной ситуации (или целенаправленно создаваемой) мотивационной структурой, а также включение в его познавательную сферу. Подробнейший обзор современных исследований мотивационной сферы инженерного образования приведен в [9], мы же сосредоточимся именно на включении задачи в познавательную сферу.

Ван де Гер считает, акт принятия или непринятия задачи при достаточной мотивации может характеризоваться условиями, затрудняющими ее решение [2]. Проблемная ситуация непринятия может заключаться в том, что задача содержит такое большое количество элементов-намеков, что решающий не может охватить и удержать в памяти все явные аспекты ситуации. Или решающий не замечает существенной для решения задачи импликации, например, при функциональной фиксированности, установке, необходимый потенциальный аспект задачи не актуализируется.

Именно готовность принять задачу той или иной характеристики f (размерности зоны ближайшего развития), говорит о возможности субъекта использовать анализ, синтез, сравнение, обобщение, абстрагирование при решении задач, то есть сформированности различных типов мышления субъекта. Исходя из названий типов задач назовем и типы мышления: шаблонное, алгоритмическое, исследовательское, абстрактно-генерирующее.

На уровень сформированности того или иного типа мышления указывает характеристика количества ходов аналитико-синтетической спирали в задаче, которую субъект воспринимает и принимает. Низкий, средний, высокий уровень сформированности типа мышления – есть возможность сразу, «не задумываясь» решать задачи характеристик (0, f), (1–2, f), (3–4, f) соответственно.

Но важно, чтобы критерии проверки сформированности типа мышления не только основывались на условиях принятия задачи того или иного вида, но и учитывали основные ошибки взаимодействия анализа и синтеза. Например, Джон [3] отмечает, что переход к синтезу происходит иногда преждевременно, и человек возвращается к дополнительному анализу. Зачастую решение получается «случайно», не проделав полностью необходимый анализ. В этом случае отмечается значительная трудность в повторении решения задачи, оно включает ряд ненужных манипуляций. Разработка критериев проверки уровня сформированности типов мышления в виде системы задач-маркеров будет тематикой дальнейшего исследования.

Основным же посылом данной статьи является выдвижение гипотезы о том, что успешное обучение на определенном уровне высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) зависит от преобладающего типа мышления. Переход на следующий уровень подразумевает и шаг в преобладающих типов мышления (в предлагаемой типологии). Так, основной целью бакалавриата является переход от преобладания шаблонного мышления к алгоритмическому, на выходе из магистратуры должен появиться исследователь, а специалист высшей категории должен уметь ставить новые задачи.

В данной работе рассматриваются шаблонный и алгоритмический типы мышления. Обозначим низкий, средний и высокий уровень сформированности шаблонного и алгоритмического мышления соответственно Ш–, Ш, Ш+, А–, А, А+. Обычно, обучающийся с уровнем:

– Ш– помнит единственную формулу или шаблон, использует в любой задаче на данную тему;

– Ш помнит несколько формул или шаблонов (если все, то перекрывает задачи-шаблоны полностью, если нет – впадает в панику);

– Ш+ помнит несколько формул или шаблонов (если все, то перекрывает задачи-шаблоны полностью, если нет, то вынужденно переходит к алгоритмическому типу);

– А– помнит несколько формул или шаблонов, но точно не все, поэтому зачастую использует алгоритмический тип мышления;

– А анализирует условие и промежуточные результаты каждого шага, корректно использует известные утверждения;

– А+ анализирует условие и промежуточные результаты каждого шага, готов формулировать и доказывать новые утверждения самостоятельно.

Поясним на уже рассмотренных выше примерах задач-шаблонов и задач-алгоритмов, каким образом ведут себя при решении задач обучающийся с различными уровнями сформированности шаблонного и алгоритмического мышления (табл. 3, табл. 4).

Таблица 3

Результаты решения задачи-шаблона при различных типах мышления

№ задачи-шаблона	Ш-	Ш	Ш+, А-	А, А+
1	Верный ответ. Помнят формулу, как правило простейшую – для простого аргумента.	Верный ответ.	Ш	Ш
2	Случайный верный ответ.	Верный ответ. Основан на проверке простоты 113.	Ш	Ш
3	Неверный ответ.	Разложение 120 на множители, верный/неверный ответ зависит от понимания	Разложение 120 на множители, верный ответ.	Ш+

		требований к множителям.		
4	Неверный ответ.	Использование мультипликативности, и верный ответ.	Ш	Ш
5	Неверный ответ.	Использование мультипликативности. Верный/неверный ответ в зависимости от понимания требований к множителям.	Использование мультипликативности, и верный ответ.	Ш+
6	Неверный ответ.	Ошибочное использование мультипликативности.	Осознание того, что предложенные в условии множители не взаимно просты, переход на уровень А.	Преобразование разложения в произведение степеней различных простых чисел, использование мультипликативности, верный ответ.

Таблица 4

Результаты решения задачи-алгоритма при различных типах мышления

	(а)	*(б)*	*(в)*
Ш–	Будет подбирать решение перебором.	Не станет пробовать решать.	Не станет пробовать решать.
Ш	Может попробовать подобрать решение перебором. Может оптимизировать перебор, заметив, что n кратно и 3, и 5.	Попробовав подобрать перебором еще одно решение, «утонет» в вычислениях.	Не станет пробовать решать.
Ш+	Может попробовать подобрать решение перебором, оптимизировав его соображением, что n кратно и 3, и 5.	Возможно, подберет еще несколько решений, убедится, что для них утверждение пункта *(б)* верно. Будет ошибочно (но искренне) считать выполненную проверку «доказательством» или перейдет на уровень А.	Выпишет общую формулу. Либо откажется от попыток решить, либо перейдет на уровень А.
А–	Возможно, попробует подобрать решение *(а)* оптимизированным перебором. Возможно, построит еще несколько решений. Выпишет общую формулу, упростит ее. Решит *(б)*, заодно подтвердит верность решения *(а)*. Проанализировав свои выкладки и промежуточные результаты, возможно, решит *(в)*.		
А	Выпишет общую формулу, упростит ее. Решит *(б)*, заодно подтвердит верность решения *(а)*. Проанализировав свои выкладки и промежуточные результаты, возможно, решит *(в)*.		

A+	Изначально прочитает условие целиком (все 3 пункта). Выпишет общую формулу, упростит ее, анализируя каждое преобразование и его результаты (в терминах поставленных вопросов). Получит решение всех трех пунктов задачи одновременно.

Конечно же, при решении задач никто не застрахован от случайных арифметических ошибок и внезапных «провалов в памяти». На уровне шаблонных задач отличие уровней А и А+ не очевидно (табл. 3), хотя оно заключается в том, что уровень А+ может попытаться вывести (вывести, а не угадать!) соответствующие закономерности самостоятельно. Задачи-алгоритмы для уровней Ш–, Ш недоступны уже на уровне формулировки (табл. 4), за исключением, может быть, пункта *(а)*. При решении задач-шаблонов уровни Ш+ и А- совпадают, а при решении задач-алгоритмов уровень Ш+ «будет вынужден» перейти на уровень А– или А, то есть Ш+ является «стартовой площадкой» для развития алгоритмического мышления. Таким образом задачи-алгоритмы находятся в зоне ближайшего развития [4] только для обучающихся с высокой степенью сформированности шаблонного мышления.

Задачи могут возникать в ходе практической деятельности или быть преднамеренно созданными (например, учебные). И в том и в другом случае задача выступает, как объект мыслительной работы человека [8]. Связь различных классификаций и типологий математических задач с развитием мышления человека изучалась как классиками [10], так и современными исследователями [11]. Возникают проблемы формализации таких показателей, как стереотипность, логическая сложность, среднее время и вероятность безошибочного решения задачи. И в этом случае, можно использовать наработки по алгоритмам деятельности в психологии, результаты эргономических исследований [12].

Мышление можно вообще рассматривать как процесс решения задач, каждая из которых имеет определенную сложность. Особенности структуры задачи влияют на деятельность по ее решению, поэтому важно их учитывать. Изучая деятельность человека при решении задач, выявляя специфические приемы, операции, разделяя процесс решения на определенную последовательность действий, описывая процесс мышления в терминах формальнологических систем, можно прийти к формализации приемов мышления, к составлению программ деятельности при решении задачи [13].

Система учебных задач (в инженерном бакалавриате – учебных математических задач) образует программу деятельности будущего инженера, которая развивает мышление, необходимое для решения профессиональных задач и служит прототипом жизненной программы личности. Именно исходя из этого принципа и строится математическая подготовка на факультете компьютерных технологий и информатики СПбГЭТУ «ЛЭТИ» [14].

Список литературы

1. Казакевич В.Г. Роль аналитико-синтетических методов познания в образовании / В.Г. Казакевич, Е.А. Толкачева // Труды XXII Междунар. научно-методической конф. «Современное образование: содержание, технологии, качество». В 2-х т. – Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016.

2. Основные направления исследований психологии мышления в капиталистических странах / Отв. ред. Е.В. Шорохов. – М.: Наука, 1966.

3. John E.R. Contributions to the study of the problem-solving process // Psychological Monographs. – 1957. – Vol. 71. – №18. – WN 447.

4. Выготский Л.С. Мышление и речь – М., 1999.

5. Казакевич В.Г. Классификация задач на основе методов познания / В.Г. Казакевич, Е.А. Толкачева // Труды II Междунар. научно-практической конф., посвященной 125-летию П.А. Ларичева «Задачи в обучении математике, физике, информатике: теория, опыт, инновации» (Вологда, ВоГУ, 16–18 февраля 2017 г.). – Вологда: ИП Киселев А.В., 2017. – С. 151–155.

6. Поздняков С.Н. Тренировочные задачи к экзамену по дискретной математике / С.Н. Поздняков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pozdnkov.vm2-leti.spb.ru/ucebnye-gruppy-1/ekzameny/podgotovka-k-dm-2010–1

7. Поздняков С.Н. Подготовка ДМ-2016 / С.Н. Поздняков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pozdnkov.vm2-leti.spb.ru/ucebnye-gruppy-1/ekzameny/podgotovka-dm-2016

8. Тихомиров О. К. Психология мышления: Учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 272 с.

9. Дацун Н.Н. Мотивация обучающихся ИТ-дисциплинам / Н.Н. Дацун, Л.Ю. Уразаева // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – декабрь 2017. – Ч. l. – Вып. 13. – №4. – С. 9–22.

10. Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. – М.: Глав. ред. физ-мат. лит., 1975. – 464 с.

11. Sitaraman M., Hallstrom J.O., White J., Drachova-Strang S., Harton H.K., Leonard D., Krone J., Pak R. Engaging students in specification and reasoning: «Hands-on» experimentation and evaluation // 2009 Proceedings of the Conference on Integrating Technology into Computer Science Education, ITiCSE, Buenos Aires, 2009. – P. 50–54.

12. Burkov E.A., Paderno P.I., Sopina O.P. Analysis and combination of activity algorithms evaluation methods // 2018 Third International Conference on Human Factors in Complex Technical Systems and Environments (ERGO)s and Environments (ERGO) (SPb., 2018). – 2018. – P. 111–114. IEEE Conferences (Scopus).

13. Колмогоров А.Н. Жизнь и мышление с точки зрения кибернетики: Тезисы доклада на объединенной теоретической конференции философских семинаров по философским вопросам кибернетики. – М.: Академия наук СССР, 1962.

14. Математическое образование инженера (Tempus Project Meta-Math Modern Educational Technologies for Math Curricula in Engineering Education of Russia): Сборник статей / Сост. С.Н. Поздняков. – Элмор, 2015. – Ч. I. – 106 с.

References

1. Kazakevich, V.G., Tolkacheva, E.A. (2016) The role of analytical and synthetic methods of knowledge in education. Modern education: content, technology, quality, 2, 240–242. SPb.

2. Shorokhov, E.V. (1966) The main directions of research in the psychology of thinking in capitalist countries. M.

3. John, E.R. (1957) Contributions to the study of the problem-solving process. Psychological Monographs. – Vol. 71. – №18. – WN 447.

4. Vygotsky, L.S. (1999) Thinking and speaking. M.

5. Kazakevich, V.G., Tolkacheva, E.A. (2017) Classification of tasks based on the methods of knowledge. Tasks in teaching mathematics, physics, computer science: theory, experience, innovation, 151–155. Vologda.

6. Pozdnyakov, S.N. Training tasks for the exam in discrete mathematics. URL: http://pozdnkov.vm2-leti.spb.ru/ucebnye-gruppy-1/ekzameny/podgotovka-k-dm-2010-1

7. Pozdnyakov, S.N. (2016) Training DM-2016. URL: http://pozdnkov.vm2-leti.spb.ru/ucebnye-gruppy-1/ekzameny/podgotovka-dm-2016

8. Tikhomirov, O. K. (1984) Psychology of thinking, 272. M.

9. Datsun, N.N., Urazaeva, L.Ju. (2017) Motivation of student in IT-disciplines. Modern information technology and IT education, [S.l.], v. 13, n. 4, p. 9–22, dec. 2017. ISSN 2411-1473.

10. Polya, G. (1954) Mathematics and plausible reasoning, 464. M., 1975.

11. Sitaraman, M., Hallstrom, J.O., White, J., Drachova-Strang, S., Harton, H.K., Leonard, D., Krone, J., Pak, R. (2009) Engaging students in specification and reasoning: "Hands-on" experimentation and evaluation. Integrating Technology into Computer Science Education, ITiCSE, 50–54. Buenos Aires.

12. Burkov, E.A., Paderno, P.I., Sopina, O.P. (2018) Analysis and combination of activity algorithms evaluation methods. Human Factors in Complex Technical Systems and Environments (ERGO)s and Environments, ERGO, 111–114. SPb.

13. Kolmogorov, A.N. (1962) Life and thinking in terms of cybernetics. Theses of the report at the joint theoretical conference of philosophical seminars on philosophical questions of cybernetics. M.

14. Pozdnyakov, S.N. (2015) Tempus Project Meta-Math (Modern Educational Technologies for Math Curricula in Engineering Education of Russia), 106. SPb.

Казакевич Виктория Григорьевна – старший преподаватель кафедры алгоритмической математики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», Россия, Санкт-Петербург.

Kazakevich Victoria Grigorjevna – senior lecturer at the department of algorithmical mathematics of Saint-Petersburg Electrotechnical University ETU «LETI», St. Petersburg, Russia.

Толкачева Елена Алексеевна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры алгоритмической математики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», Россия, Санкт-Петербург.

Tolkacheva Elena Alekseevna – candidate of physico-mathematical sciences, associate professor at the department of algorithmical mathematics of Saint-Petersburg Electrotechnical University ETU «LETI», St. Petersburg, Russia.