

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАКОГНИТИВНОГО ОПЫТА БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

И.Б. Шмигирилова, А.С. Рванова

Аннотация. Успешность процесса познания во многом определяется уровнем развития метакогнитивных структур обучающихся. Востребованность непрерывного самообразования в ответ на вызовы изменяющегося мира определяет понимание того, что вузовская подготовка будущих педагогов должна предусматривать формирование и закрепление в их опыте совокупности метакогнитивных знаний и стратегий. Цель статьи: актуализировать проблему формирования метакогнитивного опыта студентов, предложить рекомендации по ее решению в рамках вузовской подготовки учителей математики. Эмпирические данные были получены при проведении опроса студентов первого курса, будущих педагогов. На основе аспектного анализа научной литературы выявлены и обобщены основные характеристики метакогнитивных практик, уточнено понятие «метакогнитивный опыт». Суммирование результатов предыдущих исследований, представляющих продуктивные практики, ориентированные на развитие метакогнитивных знаний и стратегий в процессе обучения, а также обобщение собственного педагогического опыта позволили определить основные условия, обеспечение которых в процессе обучения студентов по педагогическим образовательным программам будет способствовать формированию метакогнитивного опыта. Приведен пример организации учебной деятельности студентов, будущих учителей математики, в рамках дисциплины «Дополнительные главы школьной геометрии», ориентированной на одновременное формирование и закрепление в опыте обучающихся предметных, когнитивных и метакогнитивных знаний и стратегий.

Ключевые слова: подготовка учителей математики, метапознание, метакогнитивная регуляция, метакогнитивные стратегии, метакогнитивный опыт.

Для цитирования: Шмигирилова И.Б., Рванова А.С. Проблема формирования метакогнитивного опыта будущих учителей математики // Преподаватель XXI век. 2023. № 3. Часть 1. С. 42–57. DOI: 10.31862/2073-9613-2023-3-42-57

© Шмигирилова И.Б., Рванова А.С., 2023



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

PROBLEM OF FORMING METACOGNITIVE EXPERIENCE
OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

I.B. Shmigirilova, A.S. Rvanova

Abstract. *The success of the cognitive process is largely determined by the level of development of students' meta-cognitive structures. The demand for continuous self-education in response to the challenges of the changing world determines the understanding that university training of future teachers should include the formation and consolidation of a set of meta-cognitive knowledge and strategies in their experience. The article aims at actualizing the problem of forming students' meta-cognitive experience and offering recommendations for its solution within the framework of university training of mathematics teachers. The empirical data were obtained by conducting a survey of first-year students, future teachers. Based on the aspect analysis of scientific literature, the main characteristics of meta-cognitions were identified and generalised, the concept of "meta-cognitive experience" was clarified. Summing up the results of previous studies presenting productive practices focused on the development of meta-cognitive knowledge and strategies in the learning process, as well as generalization of own pedagogical experience made it possible to identify the main conditions, the provision of which in the process of teaching students in pedagogical educational programs will contribute to the formation of meta-cognitive experience. The article presents an example of organizing learning activities of students, future teachers of mathematics, in the framework of the discipline "Additional Chapters of School Geometry", focused on the simultaneous formation and consolidation of subject, cognitive and meta-cognitive knowledge and strategies in students' experience.*

Keywords: *math teacher training, metacognition, metacognitive regulation, metacognitive strategies, metacognitive experience.*

Cite as: Shmigirilova I.B., Rvanova A.S. Problem of Forming Meta-cognitive Experience of Future Mathematics Teachers. *Prepodavatel XXI vek. Russian Journal of Education*, 2023, No. 3, part 1, pp. 42–57. DOI: 10.31862/2073-9613-2023-3-42-57

43

Повышение эффективности системы образования невозможно без поддержания высокого профессионального уровня педагогов. Обновление функций современного школьного учителя в контексте реализации принципа «образование в течение жизни» ориентирует на формирование у будущих педагогов в процессе вузовской подготовки метакогнитивных структур (знаний, навыков, стратегий). Понятие «метакогниции» (метапознание), ставшее со второй половины прошлого века одной из важнейших категорий психологии познания, соотносится со знаниями человека о собственной когнитивной

системе, об особенностях протекания своих познавательных процессов и умениями их контролировать и регулировать [1; 2]. Актуальность обращения к проблеме метакогнитивного развития студентов по педагогическим образовательным программам обосновывается тремя основными соображениями. Во-первых, придание учебной деятельности будущих педагогов метапознавательного контекста будет способствовать ее эффективности и, следовательно, повышению качества подготовки выпускников. Во-вторых, развитые метакогнитивные структуры практикующего учителя определяют его

готовность к самообучению и саморазвитию с целью обновления знаний и компетенций для эффективного решения профессиональных задач на протяжении всей трудовой деятельности. В-третьих, различные компоненты метапознания, будучи зафиксированными в опыте педагогов, могут выступать компонентом содержания образования, что определяет возможность их трансляции в процессе обучения школьников.

Цель статьи — актуализировать проблему формирования метакогнитивного опыта студентов, будущих школьных педагогов, предложить рекомендации по ее решению в рамках вузовской подготовки учителей математики, привести пример организации учебного исследования студентов-математиков, нацеленного не только на формирование и углубление предметных знаний и умений, но и на развитие компонентов метакогнитивного опыта.

В научной литературе представлено множество эмпирических доказательств того, что метапознание оказывает существенное положительное влияние на эффективность учебно-познавательной деятельности. Исследователи, раскрывая психолого-педагогические особенности метапознания, оперируют множеством терминов, уяснение которых необходимо для понимания его потенциала в повышении эффективности обучения.

Рассматривая структуру метапознания, авторы (J.H. Flavell [1], A.B. Карпов, И.М. Скитяева [2], J. Dunlosky, J. Metcalfe [3], H. Kallio et al [4] и др.) выделяют в ней метакогнитивные знания и метакогнитивные процессы. Метакогнитивные знания вбирают в себя знания субъекта общих закономерностей, на которых строятся познавательные процессы, а также знания об особенностях и определяющих факторах собственной познавательной деятельности. Метакогнитивные знания, с одной

стороны, являются основой метакогнитивных процессов, а с другой стороны, формируются, когда обучающийся включается в метакогнитивные процессы.

Выделяя в качестве особенности, которая отличает метакогнитивные процессы от когнитивных, их субъективную направленность, исследователи оперируют терминами: «метакогнитивная регуляция», «метакогнитивный мониторинг», «метакогнитивные стратегии», «метакогнитивный опыт» и др.

Понятие «метакогнитивная регуляция» относится к умению субъекта осуществлять управление собственным мышлением и обучением (S. Sandi-Urena et al. [5], G. Stephanou, M. Mpiontini [6]). Процесс регулирования строится на идентификации познавательной задачи и состоит в распределении когнитивных ресурсов, необходимых для ее решения, определении этапов работы, выборе степени интенсивности познавательных действий, требуемых для решения задачи, на основе представления о собственных когнитивных возможностях. К задачам регулирования также относится принятие решений о приостановке деятельности, изменении способов продвижения к результату.

Метакогнитивный мониторинг рассматривается как навык субъекта, направленный на отслеживание процесса собственной познавательной активности и ее результатов (A.B. Литвинов, Т.В. Иволина [7]). Исследователи (A.E. Фомин [8], M. Händel, E.S. Fritzsche [9] и др.) экспериментально доказали, что академическая эффективность обучающегося напрямую связана с точностью метакогнитивного мониторинга, определяемой соотносительностью метакогнитивных знаний и знаний конкретной предметной области, в рамках которой протекает познавательная деятельность. Кроме того, на точность мета-

когнитивного мониторинга влияет учебная мотивация (L. Bol, D.J. Hacker [10]).

Метакогнитивные процессы осуществляются с применением метакогнитивных стратегий, представляющих собой «последовательность действий, направленных на планирование и контроль когнитивных процессов, соотнесение результатов с целями деятельности» (Е.И. Перикова и др. [11, с. 20–21]). Метакогнитивные стратегии в научной литературе рассматриваются в совокупности с другими видами стратегий. Они помогают планировать и регулировать обучение, которое, в свою очередь, строится на когнитивных стратегиях как способах восприятия, фиксирования и запоминания информации, а также на стратегиях социально эффективных, востребованных, когда обучение осуществляется через взаимодействие.

А.А. Плигин [12; 13] также рассматривает совокупность познавательных стратегий, в состав которых наряду с метакогнитивными стратегиями входят стратегии когнитивные и стратегии самообучения. При этом автор, определяя метакогнитивные стратегии как «целостные динамические структуры ментального опыта» [там же, с. 17], отмечает, что они позволяют осуществлять управление познавательной деятельностью через обеспечение взаимосвязи между ее этапами.

Кроме представленных выше категорий, характеризующих метакогнитивные процессы субъектов обучения, в психолого-педагогической литературе достаточно часто встречается термин «метакогнитивная включенность (вовлеченность)», трактовка которого отражает разнообразие нюансов (В.М. Бызова и др. [14]). В одних случаях данное понятие представляют как ядро метакогнитивных знаний, которые определяют метакогнитивные стратегии при принятии решений

в процессе познавательной деятельности, в других — объединяют этим термином метакогнитивные знания и метакогнитивную регуляцию, указывая на востребованность данной категории при рассмотрении метапознания в контексте психологии личности. Таким образом, вполне допустимо, что многие исследования феноменов психологии личности, например, самозффективности или саморегуляции, а также обучения, ориентированного на их развитие, могут иметь значительные пересечения с положениями теории метапознания.

Характеризуя категорию «метакогнитивный опыт», прежде всего, обратимся к исследованиям М.А. Холодной [15; 16], в которых это понятие определяется как компонент ментального опыта, позволяющий «осуществлять произвольную и непроизвольную саморегуляцию процесса переработки информации, а также сознательно управлять работой собственного интеллекта» [там же, с. 16]. Наряду с когнитивным, понятийным и интенциональным видами опыта, метакогнитивный опыт определяет продуктивность интеллекта, его конвергентные и дивергентные свойства, а также познавательный стиль. В структуре метакогнитивного опыта А.М. Холодная выделяет произвольный и непроизвольный контроль интеллектуальной деятельности, метакогнитивную осведомленность и открытую познавательную позицию.

В наиболее обобщенном понимании термин «опыт» в отношении когнитивных и метакогнитивных процессов используется в научной литературе, если хотя бы подчеркнуть факт того, что прожитые ситуации познавательной деятельности накладывают отпечаток на дальнейшее обучение. Так, авторы (G. Aşık, E. Erkin [17]) определяют метакогнитивный опыт как связующее звено между прошлой,

настоящей и будущей практиками обучения, обеспечивающее «вход» для активизации метакогнитивных стратегий. По мнению исследователей, метакогнитивный опыт и способность к его осмыслению являются важными составляющими эффективного обучения.

Изучение публикаций, в которых метакогнитивный опыт присутствует в качестве основного исследуемого феномена или просто упоминается в связи с другими метакогнициями, производит впечатление того, что в его характеристиках, если они не относятся к области чувств и переживаний личности, редко удается избежать переплетения когнитивных и метакогнитивных контекстов. Это вполне объяснимо, поскольку на любом этапе работы с познавательной задачей востребованными являются как когнитивные, так и метакогнитивные стратегии. При этом, чем более высокий уровень метакогниций, в том числе и метакогнитивного опыта, наличествует у субъекта, тем чаще преобладает рефлексивный способ переработки информации, а метакогнитивная регуляция осуществляется как произвольный интеллектуальный контроль без отрыва от собственно познавательной деятельности. Таким образом, метакогнитивный опыт — это результат метакогнитивной деятельности, основанный на практике чувственно-эмпирического отражения деятельности познавательной и актов метапознания ей сопутствующих. Аффективные составляющие метапознавательного опыта (метакогнитивные переживания и чувства, связанные с собственным познанием и его оценкой, осознание, специально выстроенное или спонтанное, интуиция) провоцируют субъекта на обновление метакогнитивных знаний и стратегий.

Большинство исследований метапознания направлены на выявление его состав-

ляющих и той роли, которую они играют в решении конкретных познавательных задач и повышении учебной успеваемости в целом, а также на разработку и проверку инструментов (опросников), позволяющих определить уровень развития метакогниций. Что касается метапознания педагогов, то можно отметить исследования [18; 19 и др.], которые доказывают, во-первых, структурно-содержательную сложность их метакогниций, во-вторых, прямую связь уровня их метапознания с профессиональной эффективностью. Авторы отмечают, что метакогниции учителей являются необходимым предварительным условием для расширения возможностей обучающихся быть метакогнитивными.

Кроме того, существуют работы, в которых авторы на примерах различных учебных дисциплин пытаются ответить на вопрос: каким должно быть обучение, успешно реализующее метакогнитивное развитие обучающихся. Одним из важных направлений в реализации метакогнитивного обучения является целенаправленное развитие стратегий. Часто в научных источниках процесс развития метакогнитивных стратегий хоть и описывается в контексте саморегулируемого обучения, во многом выстраивается с позиции учителя, который знает правильную последовательность действий стратегии и видит свою задачу в предъявлении и разъяснении этой последовательности обучающимся, обеспечении ее запоминания и применения.

В этой связи полезно обратить внимание на работы А.А. Плигина [12; 13]. Автор, специально выделяя отдельные комплексы стратегий для обучения под руководством учителя и для самообучения, разработал образовательную модель развития субъективности школьников. Данная модель представляется ученым в виде

цикла: рефлексивные практики, направленные на осознание обучающимися уже сформированных у них стратегий; рефлексия имеющихся нормативных стратегий; сопоставление обучающимися личных и нормативных стратегий; целенаправленное и самостоятельное приращение индивидуальных познавательных стратегий и обогащение познавательного опыта. Определяя роль учителя в реализации этой модели, автор указывает, что он должен быть, прежде всего, партнером, координатором и советчиком, а лишь затем лидером, образцом и хранителем «эталона» стратегии. В качестве одного из приемов, с помощью которого осуществляется работа над стратегиями, автор предлагает листы планирования и анализа стратегий. Такой лист представляет собой набор расположенных в произвольном порядке основных действий, внешних и внутренних, на основе которых выстраиваются стратегии. Обучающийся, работая с листом, должен будет выбрать из предлагаемых, упорядочить и, возможно, дополнить действия, которые ему нужно будет осуществлять в ходе решения конкретной учебно-познавательной задачи. После выполнения задачи обучающиеся получают подобный лист, который поможет им сравнить прогнозируемую стратегию деятельности и реализованную ими на самом деле. Попытка адаптации описанной модели в обучении школьников решению геометрических задач была предпринята в работе И.Б. Шмигириловой и З.С. Какеновой [20].

Нетрудно заметить, что в предлагаемой А.А. Плигиным технологии значимую роль играет рефлексия. Значимость рефлексии в развитии метакогниций отмечает большинство исследователей. Более того, как замечает А.В. Карпов [2], рефлексия сама по себе является метаспособностью, процессуальным средством, которое по-

зволяет преодолевать системную ограниченность психики и выходить на высший из известных уровней — метасистемный. Поскольку переход от более низкого уровня метакогниций к более высокому вначале зачастую выступает в имплицитной форме в виде догадок, субъективных прозрений, интуитивных действий, значимость рефлексии состоит в переводе процесса развития метакогнитивных знаний, стратегий и опыта из сферы имплицитного (неявного) обучения, в эксплицитное (явно проявляющееся). Достижение такой цели может быть осуществлено, если обучение строится не на отдельных, фрагментальных рефлексивных актах, а на специальном проектировании многообразных рефлексивных практик, в том или ином виде присутствующих на всех этапах решения познавательной задачи. Одним из эффективных методов обучения является вербализация регуляции собственной интеллектуальной деятельности, которая может быть осуществлена как в устной, так и в письменной форме. Поддержкой такой вербализации могут служить специально разработанные педагогом рефлексивные вопросы. В качестве методов рефлексии исследователями также предлагается использовать анкетирование, игры-метафоры, самооценивание, вопросы себе, визуализацию чувств и ощущений и т. п.

М.А. Холодная, Э.Г. Гельфман [16], выделяя основные линии обогащения ментального опыта, предлагают формировать когнитивные схемы как обобщенные и стереотипизированные формы хранения прошлого познавательного опыта через работу с фокус-примерами, отработку отдельных шагов стратегий, самостоятельное построение стратегий и различных алгоритмов решения познавательных проблем, использование альтернативных вариантов интерпретации проблемной учебной ситуации,

моделирование, проведение мысленного эксперимента. Важным для развития метакогнитивного опыта авторы считают самостоятельное выдвижение обучающимися целей собственной деятельности, прогнозирование последствий принимаемых решений в отношении познавательной проблемы, выявление ошибок в собственных действиях и обнаружение их причин, выбор стратегии самообучения и изменение ее под влиянием новых требований. По мнению исследователей, формирование и развитие метакогнитивной осведомленности учащихся может быть обеспечено через рефлексию и самооценку познавательной деятельности.

В научно-методической литературе встречаются и другие примеры как общих, так и более частных технологий, ориентированных на формирование метакогнитивных обучающихся. К таким технологиям авторы относят учебный цикл 5E (Engage/вовлечение, Explore/исследование, Explain/объяснение, Elaborate/развитие, Evaluate/оценивание); конструктивистское обучение, основной принцип которого определяет невозможность передачи знаний в готовом виде и направленность на создание педагогических условий для конструирования знаний учащимися; задачные технологии, выстраиваемые на основе систем целесообразных задач, среди которых обязательно должны быть продуктивные задачи (нестандартные, открытые, проблемно-поисковые, исследовательские), решение которых требует обращения не только к когнитивным знаниям и стратегиям, но и к метакогнитивным.

Суммируя результаты исследований, выявляющих продуктивные практики, ориентированные на развитие метакогнитивных в процессе обучения, определим основные условия, соблюдение которых будет способствовать формированию метакогнитивного опыта студентов педа-

гогических образовательных программ. Таким образом, решение поставленной задачи будет успешным, если процесс вузовской подготовки будущих учителей будет обеспечивать:

- одновременное формирование предметных, когнитивных и метакогнитивных знаний и стратегий;
- развитие у обучающихся убеждений о значимости метакогнитивных для успешной учебной и профессиональной деятельности;
- формирование знаний студентов о личностных качествах и особенностях (стиле мышления, модальности восприятия информации, предпочитаемых видах межсубъектного взаимодействия, степени готовности к самообразованию, работоспособности, уровне эмоциональной устойчивости, личностных смыслах и т. п.), которые оказывают влияние на процесс выполнения познавательной задачи;
- многообразие рефлексивных практик, которые позволят ускорить перевод формирования метакогнитивных из имплицитного формата в эксплицитный;
- гетерогенность представления содержания, а также методов, форм и средств познавательной деятельности для поддержания когнитивной и метакогнитивной активности обучающихся и разнообразия возможностей их метакогнитивного развития;
- возможность обнаружения, анализа и апробирования студентами образцов метакогнитивной деятельности, самостоятельного продуцирования метакогнитивных знаний и стратегий, соответствующих личным познавательным характеристикам;
- придание личностного смысла образовательному процессу, создание эмоционально-нравственных ситуаций, построение субъектами обучения индивидуальных векторов «мотив — цель»;

- развитие интеллектуально-нравственной свободы студентов, их готовности к адекватным оценкам и самооценкам, саморегуляции обучения;

- оптимальное педагогическое сопровождение познавательной и метапознавательной деятельности обучающихся.

Сбор эмпирического материала в ходе исследования был направлен на установление уровня развития метакогнитивного опыта у студентов первого курса, будущих учителей математики и информатики, только что поступивших в университет. С этой целью был использован опросник MEQ — Metacognitive Experience Questionnaire [21], адаптированный для лучшего понимания первокурсниками. Опросник состоит из трех частей: первая часть (9 пунктов) направлена на отслеживание наличия в метакогнитивном опыте обучающихся компонентов, отвечающих за мониторинг, оценку и планирование познавательной деятельности (MEP — Monitoring, Evaluation and Planning); вторая часть (5 пунктов) предназначена для определения того, насколько студенты осведомлены о рисках, которые могут возникнуть

в процессе выполнения познавательной задачи в соответствии с их личностными качествами и когнитивными особенностями (LRA — Learning Risks Awareness); третья часть (3 пункта) фиксирует возможности метакогнитивного опыта опрошенных осуществлять контроль концентрации в процессе познавательной деятельности (CC — Control of Concentration). Каждое из утверждений опросника студенты должны были оценить в соответствии баллами: 1 — это совсем не так; 2 — скорее неверно; 3 — иногда верно, иногда неверно; 4 — скорее верно; 5 — да, это так. При этом утверждения построены таким образом (например, «Я оцениваю, насколько успешно продвигаюсь, когда изучаю что-то новое»), что баллы, соответствующие выбранному ответу, по сути отражают уровень развития отдельных элементов метакогнитивного опыта респондента по его мнению. В опросе приняло участие 72 первокурсника. Результаты опроса отражены в диаграмме (см. рис. 1).

В таблице приведены средние значения уровня каждого из компонентов метакогнитивного опыта.

Мнения первокурсников об уровне развития собственного метакогнитивного опыта

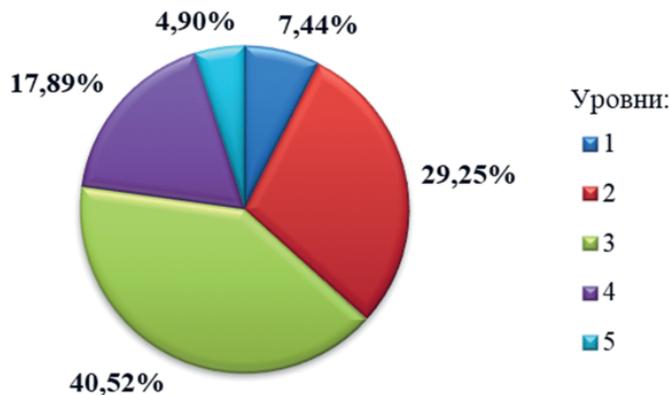


Рис. 1. Результаты опроса первокурсников об уровне развития собственного метакогнитивного опыта

**Средние значения уровня отдельных компонентов
метакогнитивного опыта респондентов**

№	Компонент	Показатель
1.	Мониторинг, оценка, планирование познавательной деятельности (MEP)	2,795
2.	Осведомленность обучающихся о слабых сторонах собственной когнитивной деятельности и рисках, которые в связи с этим могут возникнуть при выполнении учебной задачи (LRA)	2,944
3.	Способность осуществлять контроль концентрации в процессе познавательной деятельности (CC)	2,778

Из данных диаграммы и таблицы видно, что студенты первого курса по большинству пунктов опросника выбирают ответ «иногда верно, иногда неверно», что свидетельствует о среднем уровне развития компонентов метакогнитивного опыта. Таким образом, подтверждается актуальность проблемы формирования и закрепления в индивидуальном опыте будущих педагогов готовности и способности к метапознанию. При этом, учитывая, что метакогнитивное развитие обучающихся не может эффективно осуществляться без формирования и совершенствования знаний предметного содержания и компетенций, связанных с их применением, обе эти задачи должны решаться совместно. Более того, поскольку в дальнейшей своей профессиональной деятельности учитель сам должен обеспечивать формирование метакогниций у своих учеников, то этим вопросам должно быть уделено специальное внимание в рамках психолого-педагогических и методических курсов, входящих в учебные планы педагогических образовательных программ.

В контексте рассмотрения проблемы формирования метакогнитивного опыта будущих учителей математики важно отметить роль дисциплин, объединенных предметной областью «Математика».

Имеется множество исследований, в которых выдвигается и доказывается положение о специфических особенностях занятия математикой, которые определяют ее значительным влиянием на интеллектуальное развитие обучающихся. Ученые математики-методисты уверены, что с возможностями математики в воспитании мыслящей личности не может конкурировать ни один учебный предмет, а продуктивная учебно-познавательная математическая деятельность по многим параметрам идентична научной деятельности. В этой связи отметим, что, формируя метакогнитивный опыт студентов-математиков, необходимо максимально использовать потенциальные возможности математического содержания, обеспечивая многообразие форм и способов его освоения, требуя от обучающихся действовать на уровне стратегической самостоятельности, активизируя весь комплекс интеллектуально-личностных возможностей.

Освоение будущими учителями математики дисциплин фундаментальной подготовки (математического анализа, алгебры и теории чисел, аналитической и дифференциальной геометрии, оснований геометрии и др.) сопряжено со значительными трудностями в силу высокого уровня абстрактности теоретического

материала. Преподаватели таких дисциплин, вполне объяснимо считая основной целью формирование глубоких и системных предметных знаний и умений, связанных с их использованием при решении широкого круга задач, редко уделяют специальное внимание развитию метакогнитивных студентов. Однако достичь этой основной цели невозможно без развития у студентов способностей анализировать предметное содержание, обобщать его, классифицировать, отделять главное от несущественного, обнаруживать общее во внешне различном, способности к обратимости мыслительного процесса, потребности к логическим схемам рассуждения, склонности к выявлению закономерностей, лаконизму как стремлению находить кратчайший путь решения, гибкости мышления и т. д. Указанные способности, очевидно, являются основой не только предметной, когнитивной, но и метакогнитивной деятельности субъекта обучения. Усилить метакогнитивную составляющую в обучении фундаментальным дисциплинам можно за счет повышения самостоятельности студентов, использования различных форм представления учебного содержания, задач проблемного и исследовательского характера, формирующих оценочных практик, ориентированных на само- и взаимооценивание.

Особая роль в формировании метакогнитивных у будущих учителей отводится дисциплинам, ориентированным на повторение, углубление и систематизацию школьной математики. Во-первых, освоение этих курсов обеспечивает владение студентами уникальными знаниями различных нюансов математического содержания, связей между отдельными его частями, необходимыми для обучения математике, а также пониманием того, как учащиеся могут воспринимать кон-

кретный элемент математического содержания, какие трудности могут испытывать при его изучении, какие ошибки могут допускать при решении задач того или иного типа и т. п. Во-вторых, значительная часть содержания таких дисциплин в той или иной мере уже известна студентам и, следовательно, процесс повторения, углубления и систематизации предметных знаний и развития предметных умений как раз целесообразно в значительной мере ориентировать на метакогнитивный контекст. Кроме того, на знакомом материале студентам легче самостоятельно планировать, регулировать, контролировать и оценивать свою познавательную деятельность.

Приведем пример организации учебной деятельности студентов, будущих учителей математики, в рамках дисциплины «Дополнительные главы школьной геометрии», которая сочетает предметные, когнитивные и метакогнитивные контексты. Как было отмечено ранее, успешность формирования метакогнитивного опыта во многом зависит от уровня продуктивности познавательной деятельности. В этой связи учебное исследование обладает множеством потенциальных возможностей для развития метакогнитивных. В предлагаемом примере проведенного занятия исследование строилось с использованием кроссплатформенной динамической математической программы. Исследование в среде GeoGebra не поддается алгоритмизации, поскольку на этот процесс влияет множество факторов, начиная от субъектного опыта обучающихся, их мышления и заканчивая особенностями математического содержания задачи.

Целью работы было погружение будущих учителей в учебную деятельность по открытию «новых» знаний (аналогичную деятельности школьников

при обучении математике); исследование их индивидуальных познавательных стратегий; организация деятельности студентов по анализу и сравнению применяемых ими стратегий для выявления и коррекции неудачных шагов и совершенствования стратегии в целом; формирование представления о возможности и способах трансляции опыта познавательных стратегий школьникам в будущей профессиональной деятельности.

В ходе учебного исследования студенты, оперируя динамическим чертежом, должны были прийти к формулировке теоремы Вариньона, которая хотя и относится к курсу элементарной геометрии, но в отдельных школьных учебниках выступает не как теорема, а только как задача. Обучающимся было предложено следующее задание: 1) в среде GeoGebra изобразите произвольный четырехугольник, отметьте середины его сторон, последовательно соедините их отрезками; 2) придавая чертежу динамику, выявите его особенности (характеристические свойства — свойства, которые сохраняются при динамике); 3) сформулируйте гипотезу в виде математического утверждения. При этом первая часть задания может быть заменена предоставлением готового чертежа (см. рис. 2а).

После выполнения задания обучающимся необходимо было описать их действия, при этом им не предлагались какие-либо варианты ответов. Приведем некоторые последовательности действий, описанные обучающимися.

Первый обучающийся. Пробовал двигать различные точки. Оказалось, что точки E, F, G, H не двигаются. Заметил, что EFGH скорее всего является параллелограммом. Провел через точку E прямую, параллельную GH, и прямую, параллельную GF. Оказалось, что точка F лежит на первой из этих прямых, а точ-

ка H — на второй, и эти точки остаются на указанных прямых при динамике чертежа, т. е. стороны FE и GH параллельны, HE и GF параллельны, а значит EFGH — параллелограмм по определению (см. рис. 2б). Сформулировал утверждение: если вершины четырехугольника являются серединами сторон другого четырехугольника, то первый четырехугольник — параллелограмм.

Второй обучающийся. Двигая точку A, наблюдал за чертежом. Менялась форма четырехугольника ABCD. Возникло предположение, что EFGH — параллелограмм. Двигал другие точки: B, C, D. Предположение не изменилось. Измерил стороны четырехугольника EFGH. Оказалось, что $EF = HG$, $EH = FG$. При динамике эти равенства сохраняются. По признаку параллелограмма сделал вывод, что EFGH — параллелограмм (см. рис. 2в). Сформулировал утверждение: середины сторон произвольного четырехугольника являются вершинами параллелограмма.

Третий обучающийся. Двигал точки A, B, C, D. Точки E, F, G, H не двигаются, т. к. были построены как середины отрезков (зависимы от положения A, B, C, D). Заметил, что EFGH — параллелограмм. Иногда EFGH становится прямоугольником, в этом случае ABCD похож на ромб (см. рис. 2г). Далее попробовал четырехугольнику EFGH придать форму квадрата (по клеткам), тогда ABCD — произвольный (см. рис. 2д). Не получилось объединить в одном утверждении все возникшие идеи. Возможно, потому, что они были ошибочны.

Даже беглый взгляд на данные работы позволяет сделать некоторые выводы. Первый и второй обучающиеся, несмотря на эмпирический характер учебного исследования, испытывают необходимость подтверждения своих предположений,

для чего выполняют дополнительные построения и измерения. Это говорит о сформированности устойчивой потребности доказательства математических фактов. При этом можно заметить более продуманную последовательность действий у второго обучающегося, который допускает, что различные способы динамики могут привести к различным последствиям. В данной ситуации этого не произошло, но на самом деле немало динамических чертежей обладает таким

свойством. Первый и второй обучающийся заканчивают свое исследование формулировкой утверждения. Третий обучающийся не пытается ничего обосновать, тем не менее, выдвигает ожидаемое предположение, что $EFGH$ — параллелограмм, но не формулирует его в виде утверждения. Не останавливаясь на попытках обосновать предположение, он продолжает исследование. И хотя его гипотезы ложны, выбранные направления исследования перспективны.

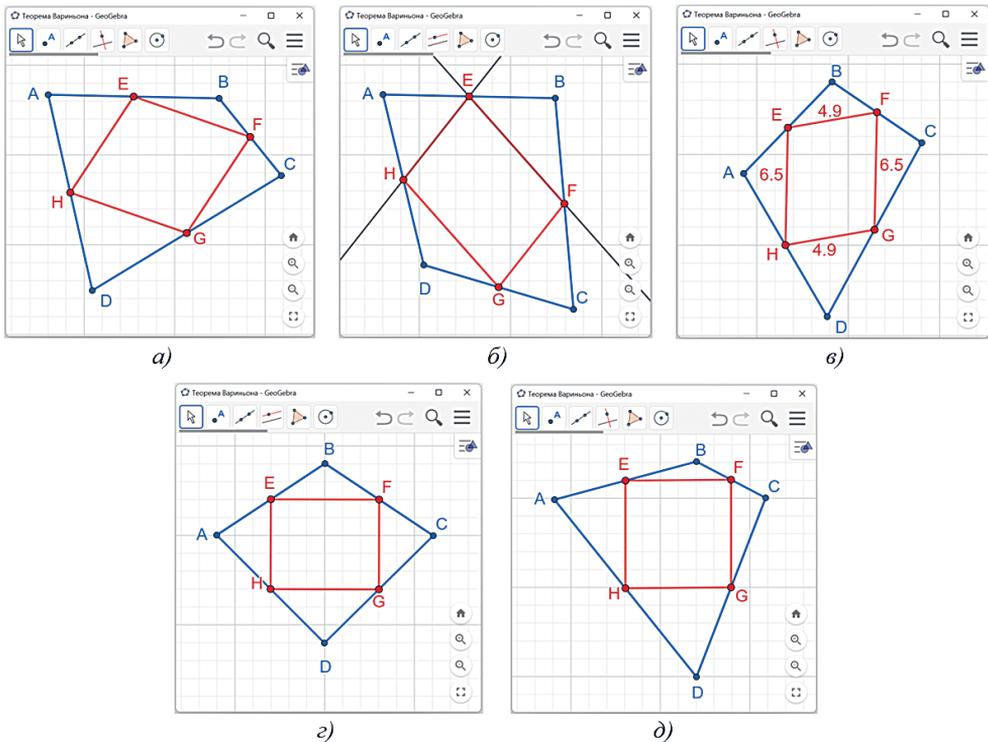


Рис. 2. Чертежи, полученные студентами в процессе открытия теоремы

Осознание собственной познавательной деятельности студентами будет более продуктивным, если каждому из них предоставить возможность ознакомиться с описанием действий и стратегий других, а затем, после их совместного ана-

лиза и сравнения, выявить стратегию выполнения задания. Таким образом, может быть получена примерно следующая универсальная стратегия проведения исследования с использованием динамической среды GeoGebra:

- придаю динамику модели;
- проверяю возможность различных способов динамики (за счет движения различных объектов);
- внимательно рассматриваю получившийся чертеж и пытаюсь подметить его особенности при движении различных объектов;
- результат визуального наблюдения формулирую в предположение;
- продолжаю экспериментировать с чертежом, пытаюсь найти вариант, опровергающий предположение;
- ищу возможность подтвердить предположение, используя доступные измерения, построения, на основе известных определений и доказанных ранее теорем;
- экспериментирую дальше, пытаюсь подметить другие закономерности.

Затем полезно обсудить с обучающимися вопрос о том, как бы изменилась универсальная стратегия, составленная ими, если бы была поставлена задача открытия этой теоремы без использования среды GeoGebra.

Целесообразно попросить студентов выразить свое отношение к подобной исследовательской деятельности, а также попробовать представить в вербальной форме понимание того, когда в процессе выполнения учебной задачи они осуществляли когнитивную деятельность, а когда их деятельность носила метакогнитивный характер.

Продолжение подобной работы можно осуществить уже в рамках одной из дисциплин методической направленности, например, предложив студентам разработать идею и необходимое дидактическое обеспечение для проведения подобного исследования, направленного на открытие одной из теорем школьного курса геометрии. Дополнительными требованиями к такому заданию могут быть, например, следующие: проверьте, будет ли полезна школьникам

составленная вами универсальная стратегия или она требует коррекции; подумайте и опишите, как вы организуете рефлексию исследовательской деятельности учащихся. Полезно также после проведения такой работы предложить студентам продумать и сформулировать вопросы, которые будут направлять деятельность школьников в подобном исследовании, но не содержащие в себе четких предписаний и указаний на конкретные действия. Например: Какие элементы чертежа подвижны? Какие элементы чертежа неподвижны? Почему? Что происходит с чертежом при движении какого-либо элемента? Можно ли это как-то обосновать? Можно ли заметить другие закономерности?

Такая деятельность будущих учителей позволит им не только закрепить полученную универсальную стратегию, но и обогатит их понимание самой сущности метапознавательных стратегий и актуализирует убеждения в значимости метакогниций для продуктивного обучения.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов:

- актуальность обращения к проблеме метакогнитивного развития студентов педагогических образовательных программ обосновывается ролью метакогниций в поддержании профессиональной компетентности учителя на уровне, необходимом для эффективного выполнения трудовых функций в ситуации постоянной трансформации образования в ответ на изменяющуюся картину мира;
- метакогнитивные знания и стратегии, закрепленные в личном опыте педагога, становятся основой, на которой строится его убеждение о необходимости развития метакогниций у школьников, что в свою очередь нацеливает учителя на организацию учебного процесса, обеспечивающего метакогнитивную деятельность учащихся;

- формирование и развитие метакогнитивного опыта во многом определяется многообразием и характером познавательной деятельности студентов, поэтому продвижение в решении данной проблемы требует подбора продуктивных учебно-познавательных задач, работа с которыми будет требовать комплексного использования уже приобретенных предметных, когнитивных и метакогнитивных знаний и стратегий, а также их коррекции и создания новых;
- обеспечение мотивационной составляющей учебно-познавательной деятельности обучающихся, нацеливание их на самоорганизацию и саморегуляцию в процессе обучения, а также разнообразные рефлексивные практики будут способствовать повышению эффективности процесса развития метакогнитивного опыта;
- в процессе вузовской подготовки учителей математики существенную роль играет само содержание математических курсов, деятельность по качественному освоению которого требует мобилизации широкого спектра интеллектуально-личностных ресурсов субъекта обучения;
- учебно-познавательная задача, ориентированная на формирование и развитие метакогнитивного опыта студентов в рамках освоения различных дисциплин, представляет собой систему специально подобранных и разработанных заданий, обеспеченных необходимыми вопросами, указаниями и комментариями, трансформирующими предметное содержание в целостный проект метапознавательной деятельности, которой должен овладеть студент.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Flavell, J.H.* Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry // *American Psychologist*. 1979. Vol. 34 (10). P. 906–911.
2. *Карпов, А.В., Скитяева, И.М.* Психология метакогнитивных процессов личности: монография. М.: ИП РАН, 2005. 325 с.
3. *Dunlosky, J., Metcalfe, J.* Metacognition. New York: Sage Publications, 2008. 344 p.
4. *Kallio, H., Virta, K., Kallio, M.* Modelling the Components of Metacognitive Awareness // *International Journal of Educational Psychology*. 2018. Vol. 7 (2). P. 94–122.
5. *Sandi-Urena, S., Cooper, M.M., Stevens, R.H.* Enhancement of Metacognition Use and Awareness By Means of a Collaborative Intervention // *International Journal of Science Education*. 2011. Vol. 33 (3). P. 323–340.
6. *Stephanou, G., Mpiontini, M.* Metacognitive Knowledge and Metacognitive Regulation in Self-Regulatory Learning Style, and in Its Effects on Performance Expectation and Subsequent Performance across Diverse School Subjects // *Psychology*. 2017. No. 8. P. 1941–1975.
7. *Литвинов, А.В., Иволина, Т.В.* Метакогниция: понятие, структура, связь с интеллектуальными и когнитивными способностями (по материалам зарубежных исследований) // *Современная зарубежная психология*. 2013. Т. 2. № 3. С. 59–70.
8. *Фомин, А.Е.* Метакогнитивный мониторинг решения учебных задач: механизмы и искажения. Калуга: КГУ им. К.Э. Циолковского, 2015. 252 с.
9. *Händel, M., Fritzsche, E.S.* Unskilled but Subjectively Aware: Metacognitive Monitoring Ability and Respective Awareness in Low-Performing Students // *Memory & Cognition*. 2016. Vol. 44 (2). P. 229–241.
10. *Bol, L., Hacker, D.J.* Calibration Research: Where Do We Go from Here? // *Frontiers in Psychology*. 2012. No. 3. 229 p.
11. *Перикова, Е.И., Ловягина, А.Е., Бызова, В.М.* Эффективность метакогнитивных стратегий принятия решений в учебной деятельности // *Science for Education Today*. 2019. № 4. С. 19–35.

12. Плигин, А.А. Познавательные стратегии школьников: от индивидуализации — к личностно-ориентированному образованию. Монография. М.: Твои Книги, 2012. 416 с.
13. Плигин, А.А. Индивидуализация развития ученика на основе формирования познавательных стратегий // Психология обучения. 2009. № 10. С. 13–29.
14. Бызова, В.М., Перикова, Е.И., Ловягина, А.Е. Метакогнитивная включенность в системе психической саморегуляции студентов // Сибирский психологический журнал. 2019. № 73. С. 26–140.
15. Холодная, М.А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. СПб.: Питер, 2002. 272 с.
16. Холодная, М.А., Гельфман, Э.Г. Развивающие учебные тексты как средство интеллектуального воспитания учащихся. М.: Институт психологии РАН, 2016. 200 с.
17. Aşık, G., Erkin, E. Metacognitive Experiences: Mediating the Relationship between Metacognitive Knowledge and Problem Solving // Education and Science. 2019. Vol. 44 (197). P. 85–103.
18. Jiang, Y., Ma, L., Gao, L. Assessing Teachers' Metacognition in Teaching: The Teacher Metacognition Inventory // Teaching and Teacher Education. 2016. Vol. 59. P. 403–413.
19. Ben-David, A., Orion, N. Teachers' Voices on Integrating Metacognition into Science Education // International Journal of Science Education. 2013. Vol. 35 (18). P. 3161–3193.
20. Шмигирилова, И.Б., Какенова, З.С. Познавательные стратегии школьников и их формирование в обучении математике // Вестник Казахского национального женского педагогического университета. 2020. № 2. С. 62–72.
21. Pimvichai, J., Sanium, S., Buaraphan, K. Exploration of Students' Metacognitive Experience in Physics Classroom // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1340. P. 1–10.

REFERENCES

1. Flavell, J.H. Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry, *American Psychologist*, 1979, vol. 34 (10), pp. 906–911.
2. Karpov, A.V. Skityayeva, I.M. *Psikhologiya metakognitivnyh protsessov lichnosti: monografiya* [Psychology of Metacognitive Processes of Personality: Monograph]. Moscow, Institut psihologii Rossijskoj akademii nauk, 2005, 325 p. (in Russ.)
3. Dunlosky, J., Metcalfe, J. *Metacognition*. New York, Sage Publications, 2008, 344 p.
4. Kallio, H., Virta, K., Kallio, M. Modelling the Components of Metacognitive Awareness, *International Journal of Educational Psychology*, 2018, vol. 7 (2), pp. 94–122.
5. Sandi-Urena, S., Cooper, M.M., Stevens, R.H. Enhancement of Metacognition Use and Awareness by Means of a Collaborative Intervention, *International Journal of Science Education*, 2011, vol. 33 (3), pp. 323–340.
6. Stephanou, G., Mpiontini, M. Metacognitive Knowledge and Metacognitive Regulation in Self-Regulatory Learning Style, and in Its Effects on Performance Expectation and Subsequent Performance across Diverse School Subjects, *Psychology*, 2017, No. 8, pp. 1941–1975.
7. Litvinov, A.V., Ivolina, T.V. Metakognitsiya: Ponyatiye, struktura, svyaz s intellektualnymi i kognitivnymi sposobnostyami (po materialam zarubezhnyh issledovaniy) [Metacognition: Concept, Structure, Connection with Intellectual and Cognitive Abilities (Based on Foreign Research Materials)], *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Modern Foreign Psychology*, 2013, vol. 2, No. 3, pp. 59–70. (in Russ.)
8. Fomin, A.Ye. *Metakognitivnyj monitoring resheniya uchebnyh zadach: mekhanizmy i iskazheniya* [Metacognitive Monitoring of Learning Problem Solving: Mechanisms and Distortions]. Kaluga, Kaluzhskij gosudarstvennyj universitet imeni K.E. Ciolkovskogo, 2015, 252 p. (in Russ.)
9. Händel, M., Fritzsche, E.S. Unskilled but Subjectively Aware: Metacognitive Monitoring Ability and Respective Awareness in Low-Performing Students, *Memory & Cognition*, 2016, vol. 44 (2), pp. 229–241.
10. Bol, L., Hacker, D.J. Calibration Research: Where Do We Go from Here? *Frontiers in Psychology*, 2012, No. 3, 229 p.

11. Perikova, Ye.I., Lovyagina, A.Ye., Byzova, V.M. Effektivnost metakognitivnyh strategij prinyatiya reshenij v uchebnoj deyatel'nosti [Metacognitive Strategies of Decision Making in Educational Activities: Efficiency in Higher Education], *Science for Education Today*, 2019, No. 4, pp. 19–35. (in Russ.)
12. Pligin, A.A. *Poznavatelnye strategii shkolnikov: ot individualizatsii — k lichnostno-orientirovannomu obrazovaniyu. Monografiya* [Cognitive Strategies of Schoolchildren: From Individualization to Student-Centered Education. Monograph], Moscow, Tvoi Knigi, 2012, 416 p. (in Russ.)
13. Pligin, A.A. Individualizatsiya razvitiya uchenika na osnove formirovaniya poznavatelnyh strategij [Individualization of Learner's Development Based on Development of Cognitive Strategies], *Psihologiya obucheniya = Psychology of Learning*, 2009, No. 10, pp. 13–29. (in Russ.)
14. Byzova, V.M., Perikova, Ye.I., Lovyagina, A.Ye. *Metakognitivnaya vklyuchennost v sisteme psicheskoy samoregulatsii studentov* [Metacognitive Awareness in the System of Students Mental Self-Regulation], *Sibirskij psihologicheskij zhurnal = Siberian Psychological Journal*, 2019, No. 73, pp. 26–140. (in Russ.)
15. Holodnaya, M.A. *Psihologiya intellekta. Paradoksy issledovaniya* [Psychology of Intelligence. Research Paradoxes]. St. Petersburg, Piter, 2002, 272 p. (in Russ.)
16. Holodnaya, M.A., Gelfman, E.G. *Razvivayushchie uchebnye teksty kak sredstvo intellektualnogo vospitaniya uchaschihsya* [Developing Educational Texts as a Means of Intellectual Education of Students]. Moscow, Institut psihologii Rossijskoj akademii nauk, 2016, 200 p. (in Russ.)
17. Aşık, G., Erkin, E. Metacognitive Experiences: Mediating the Relationship between Metacognitive Knowledge and Problem Solving, *Education and Science*, 2019, vol. 44 (197), pp. 85–103.
18. Jiang, Y., Ma, L., Gao, L. Assessing Teachers' Metacognition in Teaching: The Teacher Metacognition Inventory, *Teaching and Teacher Education*, 2016, vol. 59, pp. 403–413.
19. Ben-David, A., Orion, N. Teachers' Voices on Integrating Metacognition into Science Education, *International Journal of Science Education*, 2013, vol. 35 (18), pp. 3161–3193.
20. Shmigirilova, I.B., Kakenova, Z.S. Poznavatelnye strategii shkolnikov i ih formirovanie v obuchenii matematike [Cognitive Strategies of Schoolchildren and Their Formation in Teaching Mathematics], *Vestnik Kazhskogo nacionalnogo zhenskogo pedagogicheskogo universiteta = Bulletin of Kazakh National Women's Teacher Training University*, 2020, No. 2, pp. 62–72. (in Russ.)
21. Pimvichai, J., Sanium, S., Buaraphan, K. Exploration of Students' Metacognitive Experience in Physics Classroom, *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1340, pp. 1–10.

Шмигирилова Ирина Борисовна, кандидат педагогических наук, профессор, кафедра математики и информатики, Северо-Казакхстанский университет им. М. Козыбаева, irinankzu@mail.ru

Irina B. Shmigirilova, PhD in Education, Professor, Mathematics and Informatics Department, M. Kozybaev North Kazakhstan University, irinankzu@mail.ru

Рванова Алла Сергеевна, кандидат педагогических наук, доцент, научно-образовательный центр математики, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, alla_rv@mail.ru

Alla S. Rvanova, PhD in Education, Associate Professor, Research and Educational Center for Mathematics, ITMO University, Saint Petersburg, alla_rv@mail.ru

Статья поступила в редакцию 27.02.2023. Принята к публикации 21.04.2023

The paper was submitted 27.02.2023. Accepted for publication 21.04.2023