

УДК 372.851

Дарья Александровна Шабурова
Ирина Александровна Аввакумова
г. Екатеринбург

Средства формирования метапредметных результатов в процессе реализации проектной деятельности обучающихся в курсе математики

Аннотация. В статье рассматривается проблема формирования метапредметных результатов в школьном курсе математики в условиях реализации ФГОС. Обоснована необходимость перехода от традиционных методов обучения к системному использованию проектной деятельности как инструмента формирования универсальных учебных действий (УУД). Охарактеризованы средства формирования метапредметных результатов у учащихся в контексте реализации математического проекта. Представлено соотнесение выделенных видов УУД со средствами их формирования и приведены конкретные примеры тематики проектов с возможным содержанием заданий.

Ключевые слова: метапредметные результаты, проектная деятельность, универсальные учебные действия, познавательные УУД, регулятивные УУД, коммуникативные УУД.

Daria Aleksandrovna Shaburova
Irina Aleksandrovna Avvakumova
Yekaterinburg

Means of forming meta-subject results in students' project activity in mathematics lessons

The article views the problem of forming meta-subject results in the school mathematics course while implementing the Federal State Educational Standard. The necessity of transitioning from traditional teaching methods to the systematic use of project activities as the main tool for developing universal learning activities is substantiated. The means of forming meta-subject results among students in the context of implementing a mathematical project are characterized. A correlation between the identified types of universal learning activities and the means of their formation is presented. Specific examples of project themes with possible task contents are formulated.

Keywords: meta-subject results, project activity, universal learning activities, cognitive universal learning activities, regulatory universal learning activities, communicative universal learning activities.

Введение. Современная парадигма образования, закреплённая в ФГОС, смещает акцент с усвоения предметных знаний на развитие личности, способной к самостоятельному познанию, эффективной деятельности и сотрудничеству. Центральное место в этом процессе занимают метапредметные результаты, под которыми понимаются освоенные обучающимися универсальные учебные действия (УУД), обеспечивающие овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу умения учиться [8].

Математика как учебный предмет обладает уникальным метапредметным потенциалом, поскольку в процессе овладения математическим содержанием формируется логическое, алгоритмическое и пространственное мышление. Однако традиционные методы обучения, ориентированные на решение типовых задач, часто не раскрывают этот потенциал в полной мере, оставляя в тени такие компетенции, как исследовательская инициатива, креативность и коммуникация. Проектная деятельность, будучи личностно-ориентированной технологией,

позволяет преодолеть этот разрыв, моделируя реальный процесс познания и творчества, превращая ученика из пассивного слушателя в активного исследователя.

Значительный вклад в развитие теории и практики проектного обучения внесли следующие авторы: Е. С. Полат рассматривала проект как основу современных педагогических технологий в контексте глобализации и информатизации образования [8], И. С. Сергеев описывал методику организации проектной деятельности учащихся в современной школе [9].

Проблема формирования метапредметных результатов является центральной в работах Н. В. Громыко и Ю. В. Громыко, которые рассматривали универсальные способы деятельности как основу для интеграции знаний из разных научных областей [3]. Применительно к математике вопросы формирования УУД через проектную деятельность нашли отражение в исследованиях Т.Л. Блиновой и других методистов, которые доказали эффективность проектов для формирования познавательных и регулятивных действий [2].

Несмотря на значительное количество работ, посвященных проектной деятельности и формированию метапредметных результатов, вопрос о выявлении и систематизации конкретных средств формирования УУД непосредственно на уроках математики остается недостаточно раскрытым. Часто проектная деятельность носит эпизодический характер и не выстроена в систему, обеспечивающую целенаправленное формирование заявленных результатов.

Исходя из вышесказанного, сформулируем исследовательскую задачу: выявить, систематизировать и охарактеризовать средства формирования УУД и привести конкретные примеры тематики проектов с возможным содержанием заданий для формирования метапредметных результатов у обучающихся.

Исследовательская часть. Проектная деятельность в математическом образовании понимается как целостная деятельность, направленная на достижение заранее определенного результата (создание продукта) в процессе решения лично значимой для учащегося проблемы [7]. Ее метапредметный потенциал заключается в возможности применения комплексного подхода к формированию всех видов УУД: познавательных (анализ условия, выдвижение гипотез, моделирование, работа с информацией); регулятивных (целеполагание, планирование, контроль, коррекция, самооценка); коммуникативных (умение вести дискуссию, аргументировать свою позицию, работать в команде). Математика предоставляет для этого богатейший материал: от исследования исторических задач и создания математических моделей реальных процессов (в экономике, архитектуре, криптографии) до разработки собственных алгоритмов и игр. Формула становится не самоцелью, а инструментом решения практической задачи. Например, квадратичная функция $y = ax^2 + bx + c$ рассматривается не абстрактно, а как модель для расчета траектории полета мяча или определения точки максимальной прибыли. Средствами формирования выступает содержание этапов работы над проектом, а также специально подобранные педагогом инструменты и задания [2].

В процессе формирования познавательных УУД эффективными являются проблемно-поисковые задания, которые стимулируют анализ и установление причинно-следственных связей на этапе постановки проблемы [5]. Такие задания противостоят пассивному усвоению алгоритмов, заставляя учащихся сталкиваться с неочевидными вопросами, не имеющими готовых решений в учебнике. Например, перед началом проекта «Оптимальный маршрут школьного автобуса» можно предложить ученикам проанализировать исходные данные (адреса проживания, пропускную способность улиц, графики занятий) и самостоятельно сформулировать ключевую проблему: «Как минимизировать общее время в пути для всех учащихся при ограниченном количестве транспортных средств?». Этот этап запускает сложные

мыслительные процессы: выделение существенных и несущественных условий, выдвижение и проверка первоначальных гипотез, осознание недостатка информации.

Не менее важна систематическая работа с информацией, требующая от учащихся умения находить, анализировать и критически оценивать данные из разных источников. Учащийся должен не просто собрать разрозненные факты, а провести их верификацию, сравнить противоречивые точки зрения, выделить объективные данные и субъективные оценки. Например, в проекте о статистике городского транспорта информация с официального сайта мэрии может расходиться с данными из блога общественного активиста [10].

Ключевым средством выступает математическое моделирование, развивающее логическое и знаково-символическое мышление через перевод реальной ситуации на язык формул, последующие вычисления и интерпретацию результата. Этот процесс представляет собой мини-исследование: от абстрагирования от второстепенных деталей реального объекта (например, при моделировании роста популяции бактерий игнорируются индивидуальные различия клеток) до создания формальной математической конструкции (дифференциальное или разностное уравнение).

Для развития регулятивных УУД необходимо внедрение инструментов планирования, таких как дорожные карты или диаграммы Ганта, которые помогают учащимся самостоятельно ставить цели и распределять ресурсы [9]. Важно, чтобы планирование не было формальностью, а стало осознанной необходимостью. Педагог должен помочь учащимся разбить глобальную цель на конкретные, измеримые и реалистичные подзадачи («разработать правила к 10 апреля», «протестировать баланс вероятностей к 15 апреля», «изготовить макет к 20 апреля»).

Формированию навыков самоконтроля и коррекции способствует сквозной мониторинг и рефлексия, например, через ведение дневника проекта. Рефлексивный дневник превращает спонтанный опыт в осознанный. Регулярные записи («Что получилось? Что не удалось? Почему? Как можно улучшить?») формируют у ученика привычку к самоанализу, учат фиксировать не только результаты, но и собственные мыслительные и эмоциональные состояния в процессе работы [2]. Качественному регулированию собственной деятельности учащихся также помогает критериальное оценивание, когда заранее известные и понятные критерии становятся внутренним ориентиром. Учащийся, сверяя свою работу с чёткими критериями (например, «логичность доказательства», «наглядность графиков», «практическая значимость выводов»), постепенно учится проводить формирующее оценивание самостоятельно, ещё до сдачи проекта.

Формированию коммуникативных УУД способствует организация групповой работы, требующей распределения ролей, совместного обсуждения и поиска консенсуса. Распределение ролей (координатор, исследователь, оформитель, спикер) учит понимать и брать на себя ответственность за часть общего дела. Такие ситуации моделируют реальные профессиональные среды, где решения редко принимаются единолично. Важно создавать педагогические ситуации, в которых успех проекта объективно зависит от качества коммуникации между всеми членами команды, что мотивирует учащихся развивать эти навыки.

Завершающим и мощным средством является публичная защита проекта, которая развивает монологическую речь, умение выстраивать доказательную базу и ясно излагать результаты перед аудиторией. Подготовка к защите проекта заставляет структурировать мысль, выделять главное, продумывать логику повествования. Непосредственно во время выступления развиваются навыки уверенного поведения, управления вниманием аудитории, импровизации в ответ на вопросы.

На основе вышеизложенных положений приведем соотнесение выделенных видов УУД со средствами их формирования и сформулируем конкретные примеры тематики проектов с возможным содержанием заданий (таблица 1).

Таблица 1

Соотнесение выделенных видов УУД со средствами их формирования и примеры тематики проектов с возможным содержанием заданий для формирования метапредметных результатов

Виды УУД	Средства формирования УУД	Примеры тематики проектов и содержание возможных заданий для формирования метапредметных результатов
Познавательные УУД	Проблемно-поисковые задания (стимулируют самостоятельное выявление и формулировку проблемы и требуют установления причинно-следственных связей)	Проект «Оптимальный тариф связи». Задание: Проведите сравнительный анализ 4–5 тарифных планов сотового оператора для семьи из 3 человек с разными потребностями в связи. На основе собранных данных о среднем потреблении минут, SMS и интернет-трафика каждым членом семьи составьте математическую модель (таблицу с формулами), которая позволит рассчитать итоговую месячную стоимость для каждой возможной комбинации тарифов и определить наиболее выгодный вариант.
	Задания на работу с информацией (ориентированы на формирование навыков работы с разнородными источниками данных)	Проект «Золотое сечение в архитектуре города». Задание: Найдите не менее трех источников (научная статья, популярная публикация, блог) о применении золотого сечения в архитектуре. Сравните представленную в них информацию. Выберите одно здание в нашем городе, предположительно построенное с использованием этой пропорции. Проведите замеры по его фотографии или чертежу, вычислите ключевые соотношения. Сформулируйте вывод: подтверждают ли ваши расчеты утверждения из найденных источников или опровергают их?
	Задания на осуществление математического моделирования (позволяют математически сформулировать задачу изучения объекта и воспользоваться для анализа его свойств математическим аппаратом)	Проект «Эффективность утепления окон». Задание: Рассчитайте экономический эффект от утепления одного окна в школьном кабинете. Используя формулу теплопотерь $Q = \frac{\lambda \cdot S \cdot \Delta T}{d}$, определите все необходимые переменные (найдите данные о теплопроводности материалов, измерьте площадь окна, установите расчетную разницу температур). Сравните стоимость материалов для двух способов утепления (уплотнительная лента, энергосберегающая пленка) со стоимостью сэкономленной тепловой энергии за отопительный сезон. Сделайте вывод о сроке окупаемости каждого варианта.

Регулятивные УУД	Задания, включающие инструменты планирования (позволяют развить у учащихся навыки самостоятельного целеполагания, распределения ресурсов и поэтапного управления проектом)	<p>Проект «Математический комикс».</p> <p>Задание: «Ваша задача – создать комикс, объясняющий доказательство теоремы Пифагора. Используя предоставленный шаблон «Дорожной карты проекта», впишите в таблицу все ключевые этапы работы (разработка сюжета, создание персонажей, рисование раскадровки, финальная верстка), установите для каждого реалистичные сроки и распределите зоны ответственности между членами команды. В течение работы отмечайте выполнение этапов»</p>
	Задания на проведение сквозного мониторинга и рефлексии (позволяют развить у обучающихся навыки самоконтроля, анализа собственной деятельности, своевременной коррекции ошибок и осмысления полученного опыта)	<p>Общее задание для любого проекта (ведение дневника): В ходе работы над проектом ведите индивидуальный дневник. Фиксируйте в нем после каждой рабочей сессии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Что было запланировано и что удалось сделать? 2) С какими трудностями столкнулись и как их преодолели (или планируете преодолеть)? 3) Какие выводы можете сделать о своей работе и работе команды на данном этапе? <p>Пример записи: «20.04. Планировали обработать 30 анкет. Столкнулись с тем, что данные в 5 анкетах противоречивы и не поддаются анализу. Приняли решение исключить их из выборки и сделать акцент на качестве оставшихся данных. Вывод: на этапе сбора данных нужно формулировать вопросы более однозначно.»</p>
	Задания на применение критериального оценивания (предоставляет обучающимся четкие и понятные внутренние ориентиры для самостоятельного контроля качества работы, её коррекции и итоговой самооценки)	<p>Задание перед началом работы:</p> <p>Ознакомьтесь с критериями итоговой оценки проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Глубина анализа (0–5 баллов): использованы не менее 3 видов статистических данных (процентное соотношение, среднее значение, мода); 2) Наглядность визуализации (0–3 балла): данные представлены в двух разных типах корректно подписанных диаграмм; 3) Обоснованность выводов (0–3 балла): выводы логически следуют из представленных данных и содержат практические рекомендации. <p>В соответствии с приведенными критериями, разработайте план для подготовки вашего итогового отчета и презентации</p>
Коммуникативные УУД	<p>Задания, направленные на организацию групповой работы (требует от обучающихся распределения ролей, совместного обсуждения и</p>	<p>Проект «Настольная игра по теории вероятностей».</p> <p>Задание: Разработайте настольную игру, механика которой основана на расчете вероятностей. В вашей команде должны быть распределены следующие роли с четкими обязанностями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Теоретик – отвечает за математическую корректность: рассчитывает вероятности выигрыша для разных ситуаций в игре и проверяет их баланс. 2) Гейм-дизайнер – разрабатывает увлекательные правила

	согласованной деятельности для достижения общей цели)	и игровую механику, согласуя их с расчетами «Теоретика». 3) Художник – создает дизайн игрового поля, карточек и фишек. 4) Спикер – готовит четкие и понятные письменные правила игры и презентацию для защиты. Ваша общая задача – в процессе работы приходиться к согласованным решениям, учитывая мнение каждого специалиста.
	Задание на презентацию полученных результатов проекта (публичная защита проекта) (развивает у обучающихся навыки монологической речи, логического структурирования информации, аргументации своей позиции и уверенного взаимодействия с аудиторией)	Задание: В рамках защиты проекта «Бюджет школьного праздника» подготовьте и проведите презентацию вашего проекта перед аудиторией (классом и жюри). В выступлении (5–7 минут) необходимо: 1) Четко сформулировать цель проекта – обосновать планируемый бюджет мероприятия; 2) Представить структуру расходов в виде наглядной таблицы и диаграммы; 3) Аргументировать каждый крупный пункт расходов (почему выбран именно этот поставщик или вариант); 4) Предложить хотя бы один вариант оптимизации бюджета (где можно сэкономить без потери качества). Будьте готовы уверенно и аргументированно ответить на вопросы по любой статье вашей сметы.

Проведенное соотнесение позволило получить вывод, что в процессе реализации проектной деятельности будет происходить целенаправленное формирование метапредметных результатов при условии использования специально подобранных заданий, направленных на формирование соответствующих УУД.

При этом, для эффективного формирования метапредметных результатов важно варьировать типы проектов, используя, например: исследовательские («Законы больших чисел в жизни школьника»), творческие («Математический комикс»), информационные («Великие математики») и практико-ориентированные («Оптимальный маршрут школьного автобуса») форматы. Роль учителя математики будет трансформироваться от транслятора знаний к роли консультанта, фасилитатора и организатора. Педагог помогает сформулировать проблему, осуществлять поиск информации, предоставляет ресурсы и создает условия для самостоятельной продуктивной деятельности учащихся, что особенно важно на этапах планирования и при возникновении трудностей, отраженных в их дневниках рефлексии.

Заключение. Результаты данного исследования обсуждались с учителями города Екатеринбурга и студентами-магистрантами института математики, физики и информатики, что позволило сформулировать суждение о том, что если в процессе реализации проектной деятельности учащихся осуществлять варьирование различных типов проектов и целесообразно использовать специально подобранные к ним задания, это будет способствовать формированию метапредметных результатов у обучающихся в курсе математики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аввакумова, И. А. Использование метода проектов в курсе обучения математике / И. А. Аввакумова, В. А. Семерикова. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий : межвуз. сб. науч. работ / науч. ред. Л. В. Сардак. – Екатеринбург : Уральский государственный педагогический университет, 2022. – С. 106–109.
2. Блинова, Т. Л. Метод проектов как средство формирования регулятивных учебных действий обучающихся на уроках математики / Т. Л. Блинова, А. В. Григорьева. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий : межвуз. сб. науч. работ / науч. ред. Л. В. Сардак. – Екатеринбург : Уральский государственный педагогический университет, 2022. – С. 163–169.
3. Громыко, Н. В. Метапредметный подход в образовании: проблемы и перспективы реализации / Н. В. Громыко. – Текст : непосредственный // Народное образование. – 2016. – № 5. – С. 150–157.
4. Капыткова, Я. В. Проектная деятельность: понятие и сущность / Я. В. Капыткова. – Текст : непосредственный // Теория и практика современной науки. – 2019. – № 5 (47). – С. 38–40.
5. Курц, А. В. Использование метода проектов на уроках математики как способ повышения учебной мотивации учащихся / А. В. Курц. – Текст : электронный // Исследователь/Researcher. – 2023. – № 1-2 (41-42). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metoda-proektov-na-urokah-matematiki-kak-sposob-povysheniya-uchebnoy-motivatsii-uchaschihsya?ysclid=mnem5f9s2n266244314>.
6. Российская Федерация. Министерство науки и высшего образования. Об организации проектной деятельности в Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации : приказ от 28 декабря 2023 г. № 1273 (ред. от 12.12.2024). – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации : сайт. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202402260032>.
7. Российская Федерация. Министерство просвещения. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : приказ от 31 мая 2021 г. № 287 (ред. от 03.12.2024). – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации : сайт. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028>.
8. Полат, Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева ; под ред. Е. С. Полат. – Москва : Академия, 2010. – 272 с. – Текст : непосредственный.
9. Сергеев, И. С. Как организовать проектную деятельность учащихся : практ. пособие для работников общеобразоват. учреждений / И. С. Сергеев. – 8-е изд., испр. и доп. – Москва : АРКТИ, 2012. – 80 с. – Текст : непосредственный.
10. Сушенцова, Н. В. Формирование метапредметных универсальных учебных действий во внеурочной деятельности по математике в 5-6 классах / Н. В. Сушенцова, Н. И. Мерлина. – Текст : электронный // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. – 2016. – №1 (89). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-metapredmetnyh-universalnyh-uchebnyh-deystviy-vo-vneurochnoy-deyatelnosti-po-matematike-v-5-6-klassah?ysclid=mnem25f5om868669323>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Д.А. Шабурова, студентка 3 курса бакалавриата, института математики, физики и информатики, ФГАОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», г. Екатеринбург, Россия, e-mail: shaburova.daria@gmail.com.

И.А. Аввакумова, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и методики обучения математике, ФГАОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», г. Екатеринбург, Россия, e-mail: avvaia@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

D.A. Shaburova, 3rd year Undergraduate Student, Institute of Mathematics, Physics and Computer Science, Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia, e-mail: shaburova.daria@gmail.com.

I.A. Avvakumova, Ph.D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Higher Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia, e-mail: avvaia@mail.ru.