Л. В. ШКЕРИНА, А. С. ГАВРИЛЮК, О. А. ТАБИНОВА, М. Б. ШАШКИНА

Бипредметный мониторинг результатов освоения универсальных учебных действий обучающимися 7–9 классов в процессе обучения математике

Современные требования к качеству обучения в общеобразовательной школе определены в федеральных государственных образовательных стандартах в виде перечня предметных, метапредметных и личностных образовательных результатов. Реализация этих требований связана с необходимостью разработки новых методик и технологий формирования и развития метапредметных умений и личностных качеств обучающихся средствами осваиваемых учебных дисциплин. Результативность достижения обозначенных требований обусловлена использованием целенаправленного педагогического мониторинга результатов обучения. Это актуализирует проблему поиска новых технологий мониторинга не только предметных, но вместе с тем метапредметных и личностных результатов освоения учебных дисциплин.

Методологическую основу исследования составляют нормативные требования федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, системно-деятельностный и интегрированный подходы, теория и практика педагогических измерений. Опытнo-практическая составляющая исследования основана на расчете коэффициента корреляции Пирсона и коэффициента надежности Спирмена-Брауна.

Представлена концепция мониторинга, основанная на комплексе базовых (системность, преемственность, поэтапность, открытость) и специальных (бипредметность, динамичность, дидактическая целесообразность) дидактических принципов. Сформулированы принципы разработки диагностических средств бипредметного мониторинга универсальных учебных действий обучающихся в процессе обучения математике: интеграция математических и метапредметных заданий, разноуровневость, соответствие содержания диагностического средства требованиям к математической подготовке и сформированности универсальных учебных действий, соответствие нормативным требованиям.

Разработанная концепция подтверждена экспериментально на примере мониторинга универсальных учебных действий обучающихся 7 классов трех образовательных учреждений г. Дивногорска Красноярского края как результатов изучения темы «Степень с натуральным показателем». На основании полученных мониторинговых данных посредством формулы Спирмена-Брауна определен коэффициент надежности используемых средств $K=0,81$.

Ключевые слова: универсальные учебные действия, метапредметные результаты, федеральный государственный стандарт основного общего образования, обучающиеся, обучение математике, мониторинг, бипредметность

Ссылка для цитирования:

Шкерина Л. В., Гаврилюк А. С., Табинова О. А., Шашкина М. Б. Бипредметный мониторинг результатов освоения универсальных учебных действий обучающимися 7–9 классов в процессе обучения математике // Перспективы науки и образования. 2020. № 2 (44). С. 179–194. doi: 10.32744/pse.2020.2.15

L. V. SHKERINA, A. S. GAVRILYUK, O. A. TABINOVA, M. B. SHASHKINA

Bi-subject monitoring of the results of mastering universal educational activities by students in 7th-9th grades in the process of teaching mathematics

Modern requirements for the quality of education in a general education school are defined in federal state educational standards in the form of a list of subject, meta-subject and personal educational results. The implementation of these requirements is associated with the need to develop new methods and technologies for the formation and development of students' meta-subject skills and personal qualities through the means of mastered academic disciplines. The effectiveness of achieving the indicated requirements is due to the use of focused pedagogical monitoring of learning outcomes. This actualizes the problem of finding new technologies of monitoring subject, meta-subject and personal results of mastering academic disciplines.

The methodological basis of the study includes the regulatory requirements of the federal state educational standard of basic general education, the system-activity and integrated approaches, theory and practice of pedagogical measurements. The experimental and practical component of the study is based on the calculation of the Pearson correlation coefficient and Spearman-Brown reliability coefficient.

Universal educational activities formed in the process of teaching mathematics in 7th-9th grades were highlighted. The scientific idea of monitoring, the subject of which is both subject and meta-subject educational results, was formulated. The concept of monitoring, which is based on a set of basic (systematicity, continuity, phasing, openness) and special (bi-subjectivity, dynamism, didactic expediency) didactic principles, was presented. The principles of developing diagnostic tools for bi-subject monitoring of universal educational activities of students in the process of teaching mathematics were formulated: integration of mathematical and meta-subject tasks, multilevelness, compliance of the content of a diagnostic tool with the requirements for mathematical training and the formation of universal educational activities, compliance with regulatory requirements.

The developed concept was confirmed experimentally by monitoring the universal educational activities of 7th-grade students of three educational institutions in Divnogorsk city, Krasnoyarsk Territory as a result of studying the topic "Degree with natural exponent". Based on the obtained monitoring data, the reliability coefficient of the tools used $K=0.81$ was determined by using the Spearman-Brown formula.

Key words: universal educational activities, meta-subject results, federal state standard of basic general education, students, teaching mathematics, monitoring, bi-subjectivity

For Reference:

Shkerina, L. V., Gavrilyuk, A. S., Tabinova, O. A., & Shashkina, M. B. (2020). Bi-subject monitoring of the results of mastering universal educational activities by students in 7th-9th grades in the process of teaching mathematics. *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*, 44 (2), 179-194. doi: 10.32744/pse.2020.2.15

Постановка проблемы

Современные требования к качеству обучения в общеобразовательной школе определены в федеральных государственных образовательных стандартах в виде перечня трех типов образовательных результатов: предметных, метапредметных и личностных [18]. Реализация этих требований сопряжена с поиском новых методик и технологий формирования и развития метапредметных умений и личностных качеств обучающихся средствами осваиваемых учебных дисциплин. Результативность исследований обусловлена использованием целенаправленного педагогического мониторинга результатов обучения. Это актуализирует проблему поиска новых технологий мониторинга не только предметных, но также метапредметных и личностных результатов освоения учебных дисциплин.

Цель статьи состоит в определении подхода к мониторингу предметных результатов и универсальных учебных действий обучающихся на уроках математики в 7–9 классах и создании его надежных средств.

Исходя из поставленной цели, авторами решаются следующие задачи: формулирование и обоснование принципов мониторинга предметных и метапредметных результатов обучения математике; разработка средств диагностики уровня сформированности математических знаний и универсальных учебных действий, описание методики их использования на уроках математики; обоснование надежности разработанных средств.

Обзор научной литературы показывает, что в настоящее время вопросы мониторинга универсальных учебных действий находятся в центре внимания ученых.

Вопросы структуры и критериев сформированности универсальных учебных действий (УУД) у обучающихся общеобразовательной школы изучались рядом авторов. А.А. Денисова и И.С. Толмеева, опираясь на состав регулятивных универсальных учебных действий, обосновали и сформулировали критерии их сформированности у младших школьников: целеполагание, планирование, прогнозирование, контроль, коррекция, оценка, волевая саморегуляция [5]. Другой подход к определению критериев оценки сформированности универсальных учебных действий у обучающихся предлагают Н.Г. Савкина и Т.А. Изох. Авторами выделены: соответствие возрастнопсихологическим нормативным требованиям; соответствие свойств универсальных действий заранее заданным требованиям; сформированность учебной деятельности у учащихся, отражающая уровень развития метапредметных действий, выполняющих функцию управления познавательной деятельностью учащихся и описан опыт проведенного мониторинга УУД обучающихся 1–4 классов [16].

В публикациях отечественных и зарубежных ученых рассматриваются различные подходы к моделированию мониторинга формирования универсальных учебных действий обучающихся в процессе обучения отдельным дисциплинам. Д.А. Романюк и Е.А. Суховиенко предложили модель мониторинга формирования универсальных учебных действий в процессе обучения математике на уровне основного общего образования, состоящую из четырех блоков. Авторы конкретизировали состав универсальных учебных действий, специфических для школьного курса математики, описали технологию создания и применения электронного журнала для сбора, хранения, обработки и наглядного представления результатов диагностики универсальных учебных действий, но не предложили инструментов, посредством которых диагностировали результат [15].

Вопросам специфики и создания инструментальных средств мониторинга универсальных учебных действий обучающихся посвящен ряд публикаций отечественных и зарубежных ученых (Н.В. Астрецова, И.И. Борисова, V.A. Beskrovnaya, E.M. Freidkina, Setyaningrum и др.).

И.И. Борисова предлагает годовую циклограмму мониторинга, на основании которой с различной цикличностью в течение учебного года проводятся контрольно-измерительные срезы оценки предметных и 5 общеучебных умений и навыков. Кроме этого в конце учебного года проводится междисциплинарный тест для выявления уровня сформированности УУД, введен количественный критерий оценки контрольных, письменных и тестовых работ – результативность и технология его вычисления [3].

N. Barinova, V. Zakirova, D. Akhmetova, L. Lysogorova предлагают модель пошагового алгоритма реализации мониторинга на уроках информатики [22].

Моделирование мониторинга отдельных универсальных учебных действий проводилось в работах А.А. Денисовой, И.С. Толмеевой и др. ученых. Наиболее детально изучались этапы мониторинга и мало рассматривались его средства [6; 17].

В статье V.A. Beskrovnaya, E.M. Freidkina, T.I. Vinogradova изучается специфика и предлагается инструментальный мониторинг результатов дистанционного обучения [23].

Возможности инструментальных средств мониторинга, позволяющих выявлять учащихся, подвергающихся академическому риску, и корректировать учебные стратегии для лучшего удовлетворения потребностей этих учащихся изучались в работе [24].

В исследовании P. Sulistyowati, L. Setyaningrum, F. Kumala, M. Hudha показано, что в качестве результативного инструментального средства мониторинга универсальных умений обучающихся могут использоваться приложения на базе мобильного устройства android [25].

Анализ публикаций, в которых исследуются вопросы создания инструментальных средств мониторинга универсальных учебных действий, показал, что в настоящее время этот аспект мониторинга изучен недостаточно, в основном авторы рассматривают его для начальной школы [14].

В статье О.Н. Хижняковой и Н.В. Астрецовой в качестве инструмента мониторинга сформированности универсальных учебных действий младших школьников предлагается комплексная контрольная работа [19]. М.И. Ковель предлагает комплекс заданий для мониторинга логических универсальных учебных действий младших школьников и методики их использования [12]. А.А. Захарова в качестве средства мониторинга предлагает метапредметные диагностические работы, требующие от учащихся не только познавательных, но и регулятивных, и коммуникативных учебных действий [8].

По результатам проведенного анализа можно сделать следующий вывод: в настоящее время авторы в основном исследуют отдельные аспекты мониторинга универсальных учебных действий обучающихся, отсутствуют обоснованные подходы к мониторингу универсальных учебных действий обучающихся в процессе предметной подготовки и разработке его инструментальных средств.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу исследования составляют нормативные требования федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, системно-деятельностный и интегрированный подходы, теория и практика

педагогических измерений. Опытнo-практическая составляющая исследования базируется на методах оценивания надежности педагогических тестов.

С позиций системно-деятельностного и интегрированного подходов к обучению разработана концепция бипредметного мониторинга результатов освоения универсальных учебных действий обучающихся в процессе обучения математике как мониторинга, предметом которого одновременно являются предметные результаты (математические знания и умения) и универсальные учебные действия. На основе классической теории педагогических тестов [20] и требований федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования к результатам обучения сформулированы принципы разработки содержания диагностических средств бипредметного мониторинга как мониторинга, предметом которого являются математические и метапредметные результаты освоения математических дисциплин обучающимися. Для проведения педагогического мониторинга и целевого использования его результатов необходимо, чтобы используемые средства были надежны и предоставляли объективную информацию. Для решения этой задачи использовались коэффициент корреляции Пирсона и коэффициент надежности Спирмена-Брауна [9].

Технология бипредметного мониторинга результатов освоения универсальных учебных действий обучающимися в процессе обучения математике в 7–9 классах была реализована в период с 2014 г. по 2019 г. на базе трех образовательных учреждений города Дивногорска Красноярского края: муниципального автономного общеобразовательного учреждения гимназии № 10 имени А.Е. Бочкина, краевого государственного автономного профессионального образовательного учреждения Дивногорского колледжа-интерната олимпийского резерва и муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения средней общеобразовательной школы № 5. В исследовании приняли участие более 200 человек.

В соответствии с перечнем универсальных учебных действий ФГОС ООО, их структурой и содержанием, выделены УУД, формирование и диагностику которых целесообразно проводить в процессе обучения математике [4] (см. табл. 1).

Таблица 1

Перечень универсальных учебных действий, диагностируемых в процессе обучения математике 7–9 классов

Универсальные учебные действия	
Общеучебные познавательные УУД (ОД)	ОД1 определение понятия по его существенным свойствам ОД2 перевод информацию из текстового представления в графическое или формализованное (символьное), или наоборот ОД3 решение задачи разными способами и выбор наиболее оптимальный ОД4 структурирование учебной информации
Логические познавательные УУД (ЛД)	ОЛ1 сравнение объектов по существенным признакам ОЛ2 установление причинно-следственных связей ОЛ3 выстраивание цепочки логических рассуждений ОЛ4 формулирование вывода
Регулятивные УУД (РД)	РД1 определение цели учебной деятельности РД2 составление плана действий по достижению цели учебной деятельности РД3 оценивание результата учебной деятельности

Анализ публикаций по проблеме исследования позволил представить концепцию бипредметного мониторинга комплексом базовых и специальных дидактических принципов.

Концепция бипредметного мониторинга

Базовые принципы.

Принцип системности позволяет рассматривать мониторинг предметных результатов и мониторинг УУД в процессе обучения математике как целостную систему, все составляющие которой (объект мониторинга, мониторинговые показатели, инструментарий) взаимосвязаны друг с другом и подчинены общей цели.

Принцип преемственности обеспечивает бипредметному мониторингу: 1) единообразие диагностических процедур на каждом из этапов мониторинга; 2) единообразие шаблонов диагностических заданий для каждой возрастной группы обучающихся (7, 8 и 9 классы); 3) учёт на каждом последующем этапе мониторинга результатов предыдущего с целью выявления динамики уровня сформированности УУД.

Принцип поэтапности заключается в организации входной, текущей, промежуточной и итоговой диагностики. На входном этапе (начало 7 класса) проводим диагностическую работу с целью выявления начального уровня сформированности УУД.

Текущий этап обусловлен проведением текущих контрольных работ с включёнными в них заданиями, направленными на диагностику уровня сформированности УУД.

Промежуточный этап – годовые контрольные работы (промежуточная аттестация обучающихся). Диагностика на данном этапе позволяет оценить уровень сформированности УУД, отследить его динамику и, соответственно, выработать систему корректирующих мер (определить индивидуальную образовательную траекторию обучающихся по достижению метапредметных образовательных результатов, в частности УУД).

В конце 9 класса проводим итоговую диагностическую работу с целью выявления уровня сформированности всего спектра УУД, составляющих содержательный компонент мониторинга.

Принцип открытости. Критерии и показатели уровня сформированности УУД, диагностические задания, таблицы учёта результатов должны быть открытыми, доступными и понятными всем участникам образовательного процесса.

Специальные принципы.

Принцип бипредметности. Целесообразно сочетать мониторинг предметных математических результатов с мониторингом УУД, так как в реальной практике проводить мониторинг УУД вне предмета крайне затруднительно, а процесс освоения учебного предмета уже насыщен различными внешними и внутренними диагностическими процедурами. С этой целью разработана и внедрена в практику обучения математике в школе методика бипредметного мониторинга образовательных результатов обучающихся 7–9 классов, содержательной основой которой являются технологические карты мониторинга (описание предметных и метапредметных результатов для каждой диагностической работы) и комплекс диагностических средств.

Принцип динамичности. Динамика сформированности УУД обусловлена возрастными особенностями формирования учебной деятельности. Согласно исследованиям учёных обучающиеся подросткового возраста претерпевают качественную перестройку учебно-познавательной деятельности, что влечёт за собой повышение уровня умственной деятельности [11]. За период 13–15 лет (7–9 классы) они проходят путь от

коллективного субъекта к становлению индивидуального субъекта учебной деятельности. От действий с чьей-либо помощью подростки переходят к самостоятельным действиям – происходит становление учебной самостоятельности. На каждой возрастной ступени (7, 8 и 9 классы) учебная деятельность обучающихся приобретает все большую степень самостоятельности. К тому же с каждым годом увеличивается объём материала, и обучающиеся становятся способными работать всё с большим количеством учебной информации [21; 10].

Критерии уровня сформированности УУД обучающихся 7–9 классов определяем в соответствии с возрастными особенностями обучающихся, содержанием учебного материала, объёмом предметного содержания и степенью учебной самостоятельности.

Принцип дидактической целесообразности сочетания традиционных и цифровых методов и средств бипредметного мониторинга продиктован информатизацией практически всех сфер жизнедеятельности современного общества. Цифровые технологии дают возможность легко и экономично по времени моделировать диагностические задания мониторинга, а электронные образовательные платформы уже содержат ряд метапредметных шаблонов. Использование цифровых средств обработки и хранения результатов мониторинговых процедур обеспечивает оперативность при подведении итогов, наглядность полученных данных, в значительной степени упрощает анализ динамики уровня сформированности УУД обучающихся.

Проведение диагностических процедур бипредметного мониторинга предполагает использование оценочных средств, отличных от традиционных как по форме, так и по содержанию. Изучение этой специфики позволило сформулировать принципы разработки средств бипредметного мониторинга. Среди них:

- *интеграция математических и метапредметных заданий* диагностической работы. Задания, направленные на диагностику уровня сформированности УУД встраиваем в тексты контрольных работ, то есть, интегрируем с диагностикой предметных математических знаний, умений и навыков. Данный принцип даёт возможность учителю эффективно организовать учебную деятельность обучающихся, направленную на достижение как предметных, так и метапредметных образовательных результатов. Это позволяет говорить о целостности образовательных результатов, заявленных в новых стандартах;

- *разноуровневость диагностических заданий*. Каждый обучающийся может выбрать тип задания, соответствующий уровню сформированности его учебной самостоятельности. Низкая степень учебной самостоятельности, характеризуется тем, что обучающийся выбирает правильный ответ из нескольких предложенных; средняя степень учебной самостоятельности – обучающийся дополняет решение или ответ; высокая степень учебной самостоятельности – обучающийся предполагает полностью самостоятельное выполнение задания;

- *соответствие содержания диагностического средства* требованиям к математической подготовке и сформированности УУД предполагает интеграцию метапредметных заданий с математическими заданиями базового уровня. Это необходимо для того, чтобы уровень владения обучающимися предметными знаниями не затруднял проявление универсального учебного действия. В свою очередь задания метапредметного типа должны соответствовать структуре и операционному составу УУД;

- *соответствие нормативным требованиям* к текущему, промежуточному и итоговому контролю (трудоемкость выполнения теста не превышает плановой трудоемкости проведения диагностической процедуры по освоению контрольного объёма математических знаний и умений).

Средства бипредметного мониторинга образовательных результатов обучающихся

Представленный подход к разработке оценочных средств бипредметного мониторинга позволил создать конструктор метапредметных заданий, типовых для каждого УУД. На основе конструктора создан банк заданий бипредметного мониторинга обучающихся 7–9 классов в процессе обучения математике, определены критерии сформированности УУД, соответствующие возрастной ступени обучающегося (7, 8 или 9 класс), описаны способы оценивания заданий.

Представим средство бипредметного мониторинга образовательных результатов обучающихся – диагностическую работу по теме «Степень с натуральным показателем» курса алгебры 7 класса, соответствующую учебно-методическому комплексу под редакцией Г.В. Дорофеева [7; 13].

Для этого опишем: критериально-содержательную карту диагностической работы (табл. 2); типовые задания диагностической работы; систему оценивания отдельных заданий и работы в целом.

Таблица 2

Критериально-содержательная карта бипредметного мониторинга образовательных результатов обучающихся по теме «Степень с натуральным показателем» (7 класс)

№ задания	Уровень сложности задания	Критерии сформированности предметных учебных действий (ПД) и универсальных учебных действий
1а, 1б, 1в	базовый	ПД1 Умение умножать, делить степени с одинаковым основанием, возводить степень в степень
2а, 2б	базовый	ПД2 Умение возводить в степень произведение, дробь
3а, 3б	базовый	ПД3 Умение применять свойства степени к упрощению выражений
4	базовый	ПД4 Умение применять свойства степени к сокращению дробей
5	повышенный	ПД5 Умение применять свойства степени к упрощению выражений с алгебраическими показателями
6	повышенный	ПД6 Умение применять свойства степени к решению уравнений
7	не определен	ОД3 Умение решать задачи разными способами и выбирать наиболее оптимальный
8	не определен	ОД4 Умение структурировать учебной информации

Диагностическая работа состоит из двух частей. Первая часть состоит из заданий для выявления уровня освоения обучающимися предметных учебных действий. Вторая часть состоит из двух заданий метапредметного типа, каждое из которых представлено в трех вариантах. Обучающимся предлагается выбрать и выполнить один из них согласно степени своей учебной самостоятельности: в первом варианте необходимо выбрать правильный ответ, что соответствует низкой степени учебной самостоятельности, связанной с воспроизводящим видом учебной деятельности; во втором варианте обучающимся предложено дополнить частично представленное решение (частично-продуктивный вид учебной деятельности, характеризующий среднюю степень учебной самостоятельности); третий вариант предполагает самостоятельное выполнение задания (продуктивный вид учебной деятельности – высокая степень учебной самостоятельности). В таблице 3 представлены типовые задания диагностической работы.

Таблица 3

Типовые задания диагностической работы «Степень с натуральным показателем» (7 класс) как средства бипредметного мониторинга образовательных результатов обучающихся

Часть 1			
№ задания	Типовые задания для выявления сформированности предметных учебных действий		
1	Представьте выражение в виде степени с основанием		
2	Выполните действие, воспользовавшись соответствующим свойством степени		
3	Упростите выражения		
4	Сократите дробь		
5	Представьте выражение в виде степени с основанием		
6	При каких значениях переменной выполняется равенство		
Часть 2			
№ задания	Типовые задания для выявления сформированности универсальных учебных действий		
	Вариант (а)	Вариант (б)	Вариант (в)
7	<i>Из представленных вычислений выберите наиболее оптимальное: А) $0,43 \cdot 253 = 0,064 \cdot 15625 = 1000$. Б) $0,43 \cdot 253 = (0,4 \cdot 25)3 = 103 = 1000$ На основании какого, из указанных ниже критериев, сделан Ваш выбор: 1) знаю только этот способ; 2) способ состоит из меньшего количества математических действий; 3) способ легче записывать?</i>	<i>Вычислите способом Б), отличным от А): А) $0,83 \cdot 1253 = 0,512 \cdot 1953125 = 1000$. Выберите из них наиболее оптимальный. На основании какого, из указанных ниже критериев, сделан Ваш выбор: 1) знаю только этот способ; 2) способ состоит из меньшего количества математических действий; 3) способ легче записывать?</i>	<i>Вычислите разными способами: $162 \cdot 6,252$ Выберите наиболее оптимальный способ. На основании какого, из указанных ниже критериев, сделан Ваш выбор: 1) знаю только этот способ; 2) способ состоит из меньшего количества математических действий; 3) способ легче записывать?</i>
8	<i>Распределите учебную информацию по смысловым блокам изучения данной темы.</i>	<i>Установите последовательность изучения смысловых блоков данной темы.</i>	<i>Запишите название смысловых блоков данной темы для каждой позиции учебной информации.</i>
	<i>1) $a \cdot (a^2)^3 = a \cdot (a^2 a^2 a^2) = a \cdot a^{2+2+2} = a \cdot a^6 = a^{1+6} = a^7$ 2) $a^m = aa \dots a$, $m > 1$; m множителей, n слагаемых 3) $(a^m)^n = a^m a^n \dots a^m = a^{m+m+\dots+m} = a^{mn}$; m множителей</i>		
	<i>А) применение свойств степени с натуральным показателем; Б) определение степени с натуральным показателем; В) свойства степени с натуральным показателем.</i>	<i>А) применение свойств степени с натуральным показателем; Б) определение степени с натуральным показателем; В) свойства степени с натуральным показателем.</i>	<i>поле самостоятельного решения</i>

Согласно ФГОС ООО достижение метапредметных результатов (в том числе УУД), также как и достижение предметных результатов подлежит итоговому оцениванию, составляющими которого являются результаты государственной итоговой аттестации выпускников и результаты промежуточной аттестации обучающихся, отражающие динамику их индивидуальных образовательных достижений. Требованием стандарта является формирование содержательно-критериальной основы оценки [18]. Однако исторически сложившаяся в России пятибалльная система оценивания не предполагает оценку метапредметных результатов обучения, в том числе и универсальных учебных действий.

Актуальными для оценивания достижения метапредметных результатов обучения являются идеи В.П. Беспалько, который в своих исследованиях определил понятие критерия качества усвоения знаний как количественную меру усвоения знаний и умений обучающихся и выделил уровни усвоения знаний и умений обучающихся, опираясь на виды деятельности. Уровневый подход, предложенный В.П. Беспалько, может быть использован в качестве основания для разработки шкалы уровня сформированности УУД [1; 2] (табл. 4).

Таблица 4

Оценочная шкала уровня сформированности УУД

Вид учебной деятельности	Действия обучающихся	Степень проявления показателя	Баллы	Уровень сформированности ПУУД
Воспроизводящий (В)	Выбирает правильный вариант ответа	показатель проявился частично	1	Низкий
Частично-продуктивный (ЧП)	Дополняет решение или ответ	показатель проявился в большей степени	2	Средний
Продуктивный (П)	Самостоятельно выполняет задание	показатель проявился полностью	3	Высокий

В таблице 5 представим оценочную карту диагностической работы «Степень с натуральным показателем» (7 класс) как средства бипредметного мониторинга образовательных результатов обучающихся.

Таблица 5

Оценочная карта образовательных результатов обучающихся по теме «Степень с натуральным показателем» (7 класс)

Результаты	№ задания	Критерии для оценки		Баллы
Предметные действия	1а6в 2а6	Задание выполнено верно		1
	3а6 4	Задание выполнено верно		2
		Все действия выполнены верно, но допущена одна вычислительная ошибка		1
	5 6	Задание выполнено верно. Решение обосновано		3
		Решение содержит одну вычислительную ошибку или недостаточно обосновано		2
		Решение верное, но не доведено до конца		1
Универсальные учебные действия	7а 8а	В	Выполнен правильный выбор	1
	7б 8б	ЧП	Решение дополнено верно	2
			Решение дополнено верно, но допущена незначительная ошибка	1
	7в 8в	П	Решение выполнено верно	3
			Решение дополнено верно, но допущена незначительная ошибка	2
			Решение верно, но не доведено до конца	1

Согласно баллам, набранным обучающимся, выставаем отметку за предметные действия и определяем уровень сформированности УУД:

1) предметные действия: 8–11 баллов – «3», 12–15 баллов – отметка «4», 16–18 баллов – отметка «5»;

2) универсальные учебные действия: 1 балл – низкий уровень сформированности, 2 балла – средний уровень, 3 балла – высокий уровень.

Оценка надежности средств мониторинга

Важнейшей характеристикой диагностического средства является его надежность, которая определяет воспроизводимость результатов диагностики, ее точность. Средство считается надежным, если при повторной диагностике (при прежних условиях) оно дает примерно те же результаты. Разумеется, речь идет о сравнении показателей по тем же предметам. Надежность средства определяется стабильностью полученных показателей и тем, насколько они не зависят от случайных факторов.

Метод оценки надежности, основанный на разделении результатов диагностического средства на две части (метод расщепления), является наиболее распространенным из-за его целесообразности при однократном выполнении обучающимися. Чтобы оценить надежность, результаты диагностики делятся на две части: одна содержит данные испытуемых по четным, а в другая – по нечетным заданиям, при условии, что получены части диагностического средства, имеющие одинаковое содержание [9].

Вычислим коэффициент надежности диагностической работы по теме «Степень с натуральным показателем», представленной в таблице 3.

По результатам проведенной работы составим сводную таблицу для оценки надежности для выборки обучающихся 7 класса (табл. 6).

Таблица 6

Сводная таблица для оценки надежности диагностической работы по теме «Степень с натуральным показателем»

Номер ученика i	Баллы по четным заданиям X_i	Баллы по нечетным заданиям Y_i	$X_i Y_i$	X_i^2	Y_i^2
1	6	6	36	36	36
2	4	7	28	16	49
3	2	4	8	4	16
4	5	5	25	25	25
5	4	4	16	16	16
6	0	2	0	0	4
7	2	4	8	4	16
8	9	7	63	81	49
9	5	5	25	25	25
10	3	4	12	9	16
11	6	6	36	36	36
12	2	3	6	4	9
13	6	3	18	36	9
14	3	3	9	9	9
15	5	6	30	25	36

16	2	5	10	4	25
17	8	4	32	64	16
18	4	4	16	16	16
19	2	4	8	4	16
20	7	5	35	49	25
21	6	3	18	36	9
22	6	5	30	36	25
23	7	5	35	49	25
24	5	5	25	25	25
25	6	5	30	36	25
26	8	5	40	64	25
27	6	8	48	36	64
28	6	8	48	36	64
29	6	7	42	36	49
30	9	9	81	81	81
31	0	1	0	0	1
32	7	8	56	49	64
33	3	4	12	9	16
34	1	2	2	1	4
	161	166	888	957	926

Далее для таблицы данных используем формулу коэффициента корреляции Пирсона для индивидуальных баллов разных сеансов диагностики, в которой роль результатов в первой диагностике выполняют данные по четным, а во второй – по нечетным заданиям. О надежности диагностики судим по коэффициенту надежности (K_n), который выражается числом в диапазоне 0–1,00. $K_n = 0$ указывает на отсутствие надежности, и $K_n = 1,00$ – на совершенную надежность.

В результате получен коэффициент надежности для половины заданий диагностической работы $k = 0,68$. Поскольку коэффициент k – это надежность средства вдвое меньшей длины, то надежность всей диагностической работы по формуле Спирмена-Брауна имеет коэффициент $K_n = 0,81$, что указывает на ее хорошее качество [10].

Обсуждение результатов

Описанный выше подход стал конструктивной основой бипредметного мониторинга результатов освоения УУД обучающимися 7–9 классов в процессе обучения математике. Результаты опытно-экспериментальной работы показали наличие количественных и качественных преобразований в развитии УУД обучающихся 7–9 классов в процессе обучения математике, а также надёжность диагностического инструментария.

Разработанный авторами подход к осуществлению мониторинга образовательных результатов обучающихся позволяет решить актуальную методическую задачу в области теории и методики обучения математике в общеобразовательной школе. Предложена оригинальная идея совмещения предметной и метапредметной составляющей математической подготовки обучающихся в предмете мониторинга – бипредметный мониторинг. Представлена концепция бипредметного мониторинга, которая дает научное обоснование процессу разработки метапредметных заданий по математике и

средств диагностики метапредметных образовательных результатов. Обоснована надежность используемых средств мониторинга, что позволяет проводить поэтапную диагностику формируемых в процессе обучения УУД и тем самым осуществлять обратную связь, отвечающую требованиям стандарта.

Заключение

Представлен подход к осуществлению бипредметного мониторинга предметных и метапредметных образовательных результатов в процессе обучения математике, основанный на сочетании базовых (системность, преемственность, поэтапность, открытость) и специальных (бипредметность, динамичность, дидактическая целесообразность) дидактических принципов. Определены и обоснованы принципы разработки диагностических средств бипредметного мониторинга универсальных учебных действий обучающихся в процессе обучения математике: интеграция математических и метапредметных заданий, разноуровневость, соответствие содержания диагностического средства требованиям к математической подготовке и сформированности универсальных учебных действий, соответствие нормативным требованиям. В процессе реализации заявленных положений в образовательной практике экспериментально доказана возможность и эффективность использования диагностических средств бипредметного мониторинга на уроках математики в 7–9 классах общеобразовательной школы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалько В.П. Инструменты диагностики качества знаний учащихся // Школьные технологии. 2006. № 2. С. 138–151.
2. Беспалько В.П. Качество образовательного процесса // Школьные технологии. 2007. № 3. С. 164–177.
3. Борисова И.И. Система универсальных учебных действий и мониторинг их сформированности у учащихся основной школы // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. Серия: Педагогика. Психология. Социальная работа. Ювенология. Социокинетика. 2014. Т. 20. № 1. С. 39–42. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_21356519_87537057.pdf (дата обращения 05.01.2020).
4. Гаврилюк А.С. О диагностике познавательных универсальных учебных действий при обучении математике // Математика в школе. 2019. № 7. С. 26–30.
5. Денисова А.А., Толмеева И.С. Мониторинг уровня сформированности регулятивных универсальных учебных действий младших школьников // Герценовские чтения. Начальное образование. 2013. Т. 4. № 1. С. 97–103. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_18816830_27562692.pdf (дата обращения 05.01.2020).
6. Денисова А.А., Толмеева И.С. Мониторинг уровня сформированности регулятивных универсальных учебных действий как инструмент принятия эффективных управленческих решений // Герценовские чтения. Начальное образование. 2015. Т. 6. № 1. С. 16–23. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23048608_28739602.pdf (дата обращения 05.01.2020).
7. Дорофеев Г.В., Суворова С.Б., Бунимович Е.А. и др. Алгебра. 7 класс: учеб. для общеобразоват. Организаций / [Г.В. Дорофеев, С.Б. Суворова, Е.А. Бунимович и др.]. 2-е изд. М. Просвещение, 2014. 287 с.
8. Захарова А.А. Мониторинг уровня сформированности универсальных учебных действий в начальной школе // Научный электронный журнал еридиан. 2017. № 4 (7). С. 162–163. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29672930_93513619.pdf (дата обращения 08.01.2020).
9. Звонников В.И., Челышкова М.Б. Оценка качества результатов обучения при аттестации (компетентностный подход). М.: Логос, 2012. 280 с. URL: <https://b-ok.xyz/book/761098/5dc473> (дата обращения 16.01.2020).
10. Звонников В.И., Челышкова М.Б. Современные средства оценивания результатов обучения. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 304 с. URL: <https://nashol.me/20181025104759/sovremennye-sredstva-ocenivaniya-rezultatov-obucheniya-zvonnikov-v-i-chelishkova-m-b-2013.html> (дата обращения 16.01.2020).
11. Зимняя И.А. Педагогическая психология: Учебник для вузов. Изд. второе, доп., испр. и перераб. М.: Логос, 2005. 384 с.

12. Ковель М.И. Мониторинг сформированности у младших школьников познавательных универсальных учебных действий на основе способа диалектического обучения // Сборники конференций НИЦ Социосфера. 2016. № 22. С. 71–76. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25868394_60204446.pdf (дата обращения 05.01.2020).
13. Кузнецова Л.В., Минаева С.С., Рослова Л.О., Суворова С.Б. Алгебра. Контрольные работы. 7 класс: учеб. пособие для общеобразоват. организаций / [Л.В. Кузнецова, С.С. Минаева, Л.О. Рослова, С.Б. Суворова]. М.: Просвещение, 2016. 96 с.
14. Оценка достижения планируемых результатов в начальной школе. Система заданий: в 2 ч. / [М.Ю. Демидова и др.]; под ред. Г.С. Ковалевой, О.Б. Логиновой. Москва, 2010. Сер. Стандарты второго поколения (2-е изд.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20099502> (дата обращения 05.01.2020).
15. Романюк Д.А., Суховиенко Е.А. Модель мониторинга формирования универсальных учебных действий в процессе обучения математике // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 4 (71). С. 160–164. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35576077_70506875.pdf (дата обращения 05.01.2020).
16. Савкина Н.Г., Изох Т.А. Мониторинг универсальных учебных действий учащихся начальных классов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 6-2. С. 125–127. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_21764565_53557717.pdf (дата обращения 05.01.2020).
17. Савчук А.А. Мониторинг сформированности познавательных универсальных учебных действий в начальной школе // Мир современной науки. 2014. № 4 (26). С. 21–31. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_22596562_78421151.pdf (дата обращения 05.01.2020).
18. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. М.: Просвещение, 2011. 48 с.
19. Хижнякова О.Н., Астрцова Н.В. Итоговая комплексная работа как инструмент мониторинга сформированности универсальных учебных действий младших школьников // Мир науки, культуры, образования. 2015. № 6 (55). С. 52–55. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25422162_66492745.pdf (дата обращения 05.01.2020).
20. Челышкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. М.: Логос, 2002. 432 с.
21. Эльконин Д.Б. Психическое развитие в детских возрастах: Избранные психологические труды / Под ред. Д.И. Фельдштейна; Вступительная статья Д.И. Фельдштейна. 3-е изд. М.: Московский психолого-социальный институт, Воронеж: НПО «МОДЭК», 2001. 416 с.
22. Barinova N., Zakirova V., Akhmetova D., Lysogorova L. Monitoring of the Educational Process with the Use of Information and Communication Technologies: A Case Study in Computer Science // EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed 2018;14(6):2379–2391 DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/89840>.
23. Beskrovnaya V.A., Freidkina E.M., Vinogradova T.I. Approaches to assessing the quality of distance learning in higher education through the development of tools for monitoring learning outcomes// Advances in Economics, Business and Management Research, volume 105. p. 716–721. DOI: <https://doi.org/10.2991/iscde-19.2019.139>.
24. Safer N. and Fleischman S. Research Matters / How Student Progress Monitoring Improves Instruction February 2005. Volume 62. Number 5.
25. How Schools Improve P. 81–83. URL: <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/feb05/vol62/num05/How-Student-Progress-Monitoring-Improves-Instruction.aspx>.
26. Sulistyowati P., Setyaningrum L., Kumala F. and Hudha M. Android-based monitoring applications of students' learning outcomes. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 434 (2018) 012036. DOI:10.1088/1757-899X/434/1/012036.

REFERENCES

1. Bepalko V.P. Diagnostic tools for the quality of students' knowledge. *School technologies*, 2006, no. 2, pp. 138–151. (in Russian)
2. Bepalko V.P. The quality of the educational process. *School technologies*, 2007, no. 3, pp. 164–177. (in Russian)
3. Borisova I.I. The system of universal educational actions and monitoring of their formation in students of the primary school. *Bulletin of the Kostroma State University named after N.A. Nekrasov. Series: Pedagogy. Psychology. Social work. Juvenology. Sociokinetics*, 2014, vol. 20, no. 1, pp. 39–42. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_21356519_87537057.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
4. Gavriluk A.S. On the diagnosis of cognitive universal educational actions in teaching mathematics. *Mathematics at school*, 2019, no. 7, pp. 26–30. (in Russian)
5. Denisova A.A., Tolomeeva I.S. Monitoring the level of formation of regulatory universal educational actions of younger schoolchildren. *Herzen Readings. Primary education*, 2013, vol. 4, no. 1, pp. 97–103. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_18816830_27562692.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
6. Denisova A.A., Tolomeeva I.S. Monitoring the level of formation of regulatory universal educational actions as

- a tool for making effective managerial decisions. *Herzen Readings. Primary education*, 2015, vol. 6, no. 1, pp. 16–23. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_23048608_28739602.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
7. Dorofeev G.V., Suvorova S.B., Bunimovich E.A. and other Algebra. Grade 7: a textbook for educational institutions / [G.V. Dorofeev, S.B. Suvorova, E.A. Bunimovich et al.]. 2nd ed. Moscow, Education Publ., 2014. 287 p. (in Russian)
 8. Zakharova A.A. Monitoring the level of formation of universal educational activities in elementary school. *Scientific electronic journal Yeridian*, 2017, no. 4 (7), pp. 162–163. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_29672930_93513619.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 9. Zvonnikov V.I., Chelyshkova M.B. Assessment of the quality of learning outcomes during certification (competency-based approach). Moscow, Logos Publ., 2012. 280 p. Available at: <https://b-ok.xyz/book/761098/5dc473> (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 10. Zvonnikov V.I., Chelyshkova M.B. Modern means of assessing learning outcomes. Moscow, Academy Publishing Center, 2013. 304 p. Available at: <https://nashol.me/20181025104759/sovremennye-sredstva-ocenivaniya-rezultatov-obucheniya-zvonnikov-v-i-chelishkova-m-b-2013.html> (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 11. Winter I.A. Educational Psychology: Textbook for universities. Moscow, Logos Publ., 2005. 384 p. (in Russian)
 12. Kovel M.I. Monitoring the formation of cognitive universal educational actions in elementary schoolchildren on the basis of the method of dialectical instruction. *Conference proceedings SIC Sociosphere*, 2016, no. 22, pp. 71–76. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_25868394_60204446.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 13. Kuznetsova L.V., Minaev S.S., Roslova L.O., Suvorova S.B. Algebra. Test papers. Grade 7: a textbook for educational institutions / [L.V. Kuznetsova, S.S. Minaeva, L.O. Roslova, S.B. Suvorov]. Moscow, Education Publ., 2016. 96 p. (in Russian)
 14. Assessment of the achievement of planned results in primary school. The system of tasks: in 2 hours / [M.Yu. Demidov et al.]; under the editorship of G.S. Kovaleva, O.B. Login. Moscow, 2010. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20099502> (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 15. Romanyuk D.A., Sukhovienko E.A. A monitoring model for the formation of universal educational actions in the process of teaching mathematics. *World of Science, Culture, Education*, 2018, no. 4 (71), pp. 160–164. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_35576077_70506875.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 16. Savkina N.G., Izokh T.A. Monitoring of universal educational activities of primary school students. *Actual problems of the humanities and natural sciences*, 2014, no. 6-2, pp. 125–127. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_21764565_53557717.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 17. Savchuk A.A. Monitoring the formation of cognitive universal educational actions in elementary school. *World of Modern Science*, 2014, no. 4 (26), pp. 21–31. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_22596562_78421151.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 18. Federal state educational standard of basic general education. Moscow, Education Publ., 2011. 48 p. (in Russian)
 19. Khizhnyakova O.N., Astretsova N.V. The final comprehensive work as a tool for monitoring the formation of universal educational actions of younger schoolchildren. *World of Science, Culture, Education*, 2015, no. 6 (55), pp. 52–55. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_25422162_66492745.pdf (accessed 5 January 2020). (in Russian)
 20. Chelyshkova M.B. Theory and practice of constructing pedagogical tests: Textbook. Moscow, Logos Publ., 2002. 432 p. (in Russian)
 21. Elkonin D.B. Mental development in childhood: Selected psychological works / Ed. D.I. Feldstein; Introductory article D.I. Feldstein. 3rd ed. Moscow, Moscow Psychological and Social Institute, Voronezh, NPO MODEK Publ., 2001. 416 p. (in Russian)
 22. Barinova N., Zakirova V., Akhmetova D., Lysogorova L. Monitoring of the Educational Process with the Use of Information and Communication Technologies: A Case Study in Computer Science. *EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed*, 2018; 14(6): 2379–2391. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/89840>.
 23. Beskrovnaya V.A., Freidkina E.M., Vinogradova T.I. Approaches to assessing the quality of distance learning in higher education through the development of tools for monitoring learning outcomes. *Advances in Economics, Business and Management Research*, volume 105. p. 716–721. DOI: <https://doi.org/10.2991/iscde-19.2019.139>.
 24. Safer N. and Fleischman S. Research Matters / How Student Progress Monitoring Improves Instruction February 2005, vol. 62, no. 5.
 25. How Schools Improve P. 81–83. Available at: <http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/feb05/vol62/num05/How-Student-Progress-Monitoring-Improves-Instruction.aspx>. (accessed 5 January 2020).
 26. Sulistyowati P., Setyaningrum L., Kumala F. and Hudha M. Android-based monitoring applications of students' learning outcomes. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2018, 434, 012036. DOI:10.1088/1757-899X/434/1/012036.

Информация об авторах

Шкерина Людмила Васильевна

(Россия, г. Красноярск)

Доктор педагогических наук, профессор, заведующий
кафедрой математики и методики обучения
математике

Красноярский государственный педагогический
университет им. В.П. Астафьева

E-mail: shkerina@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4231-6973

Scopus ID: 57193439041

Гаврилюк Анна Станиславовна

(Россия, Красноярский край, г. Дивногорск)

Заместитель директора по учебно-воспитательной
работе, учитель математики

Муниципальное автономное общеобразовательное
учреждение гимназия № 10 имени А.Е. Бочкина

E-mail: ani24@rambler.ru

Табинова Ольга Александровна

(Россия, Красноярский край, г. Дивногорск)

Заместитель директора по учебно-воспитательной
работе, преподаватель математики и информатики,
Дивногорский колледж-интернат олимпийского
резерва

E-mail: tabinovaolga@mail.ru

Шашкина Мария Борисовна

(Россия, г. Красноярск)

Кандидат педагогических наук, доцент, доцент
кафедры математики и методики обучения
математике

Красноярский государственный педагогический
университет им. В.П. Астафьева

E-mail: m_shashkina@bk.ru

Information about the authors

Lyudmila V. Shkerina

(Russia, Krasnoyarsk)

Doctor of pedagogical sciences, professor, head of the
department of mathematics and methods of teaching
mathematics

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.
P. Astafyev

E-mail: shkerina@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-4231-6973

Scopus ID: 57193439041

Anna S. Gavriluk

(Russia, Krasnoyarsk Territory, Divnogorsk)

Deputy Director for educational work, teacher of
mathematics

Municipal Autonomous Educational Institution
Gymnasium No. 10 named after A.E. Bochkina

Email: ani24@rambler.ru

Olga A. Tabinova

(Russia, Krasnoyarsk Territory, Divnogorsk)

Deputy Director
for Educational Work,
Lecturer in Mathematics and Computer Science,
Divnogorsk Olympic Reserve Boarding College
E-mail: tabinovaolga@mail.ru

Maria B. Shashkina

(Russia, Krasnoyarsk)

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Mathematics
and Methods of Teaching Mathematics
Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.
P. Astafyev

E-mail: m_shashkina@bk.ru