

DATA SCIENCE В УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

Этапы достижения метапредметных результатов обучения математике в проектной деятельности школьников средствами визуализации информации

Елена Олеговна Новикова

Старший преподаватель кафедры Общего образования

Институт развития образования Пермского края

Пермь, Россия

neo-cub@iro.perm.ru

ORCID 0009-0009-4633-9345

Поступила в редакцию 05.09.2024

Принята 27.10.2024

Опубликована 15.11.2024

УДК 373.3:51:004.9

DOI 10.25726/v9682-4637-5133-h

EDN LWXBUZ

БАК 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

В статье представлена детализированная структура структурно-функциональной модели, направленной на формирование метапредметных результатов обучения математике у учащихся 5–9-х классов через интеграцию проектной деятельности и методов визуализации информации. Основное внимание уделяется двум ключевым компонентам: технологическому блоку, который определяет инструменты и алгоритмы организации учебного процесса, и критериально-оценочному блоку, обеспечивающему систему мониторинга и анализа достижений школьников. Модель разработана с учётом возрастных особенностей подростков, а также требований современных образовательных стандартов, подчеркивающих важность междисциплинарных связей и развития навыков работы с информацией. Визуализация выступает здесь не только как способ представления данных, но и как инструмент активизации познавательной деятельности, способствующий формированию логического мышления и умения структурировать сложные концепции. Технологический блок модели включает комплекс методов визуального моделирования, таких как построение графиков, диаграмм, интеллектуальных карт, а также использование интерактивных цифровых платформ для коллективной работы над проектами. Особое значение придаётся поэтапному освоению инструментов: от анализа учебной задачи и выбора формата визуализации до презентации результатов и рефлексии. Каждый этап проектной деятельности сопровождается алгоритмами, адаптированными под уровень подготовки учащихся, что позволяет постепенно усложнять задания — от создания простых схем к многокомпонентным инфографическим решениям. Интеграция ИКТ-технологий, например, программ для 3D-моделирования или динамической визуализации математических процессов, обеспечивает погружение в предметную среду, превращая абстрактные понятия в наглядные объекты исследования. Это способствует не только усвоению математического содержания, но и развитию цифровой грамотности, критического мышления и навыков командного взаимодействия.

Ключевые слова

Федеральный государственный образованный стандарт основного общего образования, метапредметные результаты, универсальные учебные действия, проектная задача, групповой проект, индивидуальный проект, приемы визуализации информации.

Введение

Обновленный федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования фиксирует требования к освоению основной образовательной программы, поэтому каждым выпускником должны быть достигнуты как предметные, так и метапредметные образовательные результаты, в состав которых входят межпредметные понятия и универсальные учебные действия (Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, 2021). В федеральной основной образовательной программе уточняется, что достижение образовательных результатов должно осуществляться через комплексное изучение программ учебных предметов и внеурочной деятельности, а формой оценки познавательных, регулятивных, коммуникативных универсальных учебных действий являются групповой и индивидуальный учебный проект (Федеральная образовательная программа основного общего образования, 2023). Поэтому при обучении математике для формирования всех групп универсальных действий целесообразно использовать проектную деятельность, как в урочной, так и внеурочной деятельности. Отметим, что при работе над проектом школьники встречаются с большими объемами информации, которую необходимо выбрать, проанализировать, привести в какую-либо систему и интерпретировать. Для формирования таких действий по работе с информацией в процессе обучения школьников выявлено, что эффективнее использовать приемы визуализации информации, например, интеллект-карты, радиальную, древовидную диаграммы и т.д. (Бьюзен, 2019, Бьюзен, 2003).

Исследователи Р.Г. Иванов, Т.В. Дьячкова, О.С. Мишина (Иванов, 2022), Н.Б. Федорова, О.В. Кузнецова, М.А. Огнева (Федорова, 2021), И.А. Иродова, А.В. Пластинин, Н.Д. Путина, Е.Н. Тихомирова, Д.Н. Топчиев (Тренды обучения физике и астрономии, 2019) в своих работах описывали организационно-педагогические аспекты организации проектной деятельности в естественно-научных дисциплинах: теоретико-методологические основы проектной деятельности, применимость проектной деятельности для достижения метапредметных результатов. Однако в данных работах не рассматриваются вопросы о последовательности достижения метапредметных результатов при реализации проектной деятельности в школе. Актуальной является задача определения этапов формирования универсальных учебных действий и достижения метапредметных результатов обучающимися 5-9 классов при обучении математике.

Ученые в области методики преподавания математики Л.И. Боженкова, И.А. Журавлев, Е.Е. Алексеева, А.Р. Чудинова, Е.А. Баракова, А.В. Фирер выделяли и описывали разные средства формирования универсальных учебных действий: типовые задания (Л.И. Боженкова (Боженкова, 2017)); интерактивные геометрические средства наглядности (И.А. Журавлев); задачные ситуации для составления учебной задачи (Е.Е. Алексеева); учебно-исследовательскую деятельность (Е.А. Баракова (Баракова, 2021)); визуализированные задачи (А.В. Фирер). Между тем работ, рассматривающих достижение метапредметных результатов в комплексном освоении программ учебных курсов по математике в 5-9 классах и внеурочной деятельности через последовательное применение разных форм проектной деятельности средствами визуализации информации, обнаружено не было.

Таким образом, для достижения метапредметных результатов необходимо разработать структурно-функциональную модель, включающую блоки: целевой, организационно-содержательный, технологический, критериально-оценочный и методику достижения метапредметных результатов обучения в проектной деятельности средствами визуализации информации в учебных курсах «Математика» в 5-6 классах, «Алгебра» на базовом уровне в 7-9 классах в урочной и внеурочной деятельности.

Материалы и методы исследования

Для достижения целей исследования была создана структурно-функциональная модель достижения метапредметных результатов обучения математике в проектной деятельности школьников 5-9 классов средствами визуализации информации.

В данной статье рассмотрим содержание каждого этапа достижения метапредметных результатов с учетом выделенных форм проектной деятельности реализуемой средствами

визуализации информации. В построенной модели выделены четыре взаимосвязанных блока: целевой, организационно-содержательный, технологический и критериально-оценочный. Технологический блок описывает поэтапное достижение метапредметных результатов в комплексном изучении учебных курсов и внеурочной деятельности по математике в проектной деятельности школьников средствами визуализации информации.

Выделены три этапа достижения метапредметных результатов: информационно-аналитический, поисково-проектный, деятельностно-интегративный, определенные для каждого из них формы проектной деятельности, приемы визуализации информации, а также планируемые метапредметные результаты обучения. Например, в 5-6 классах при изучении математики обучающиеся должны использовать информацию из несложных схем, таблиц для решения проектных задач; в 7-8 классах – выбирать и анализировать информацию из несложных диаграмм (древовидной, радиальной), таблиц при написании группового проекта; в 9 классе – интерпретировать и оценивать информацию из диаграмм (радиальной, древовидной), интеллект-карт, таблиц, применять цепочечный принцип представления информации при подготовке индивидуального проекта.

В таблице 1 приведен перечень проверяемых метапредметных результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования.

Таблица 1. Проверяемые метапредметные результаты освоения основной образовательной программы основного общего образования

Метапредметные результаты обучения	Показатели освоения универсальных учебных действий, соответствующие этапам достижения метапредметных результатов		
	информационно-аналитического этапа	поисково-проектный	деятельностно-интегративный
	5-6 класс	7-8 класс	конец 8-9 класс
Выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями	Знать основные требования создания несложных схем, таблиц Уметь работать с несложными схемами, по шаблону заданным учителем Применять несложные схемы для решения проектных задач	Знать основные требования создания несложной диаграммы (древовидной, радиальной), таблицы, цепочечного принципа представления информации Уметь дополнять шаблон несложной диаграммы (древовидной, радиальной), таблицы, заданный учителем Применять принцип цепочечного представления информации при работе с информацией; несложные радиальные и древовидные диаграммы, таблицы при реализации группового проекта	Знать требования создания диаграмм (древовидной, радиальной), интеллект-карты, таблицы, цепочечного принципа представления информации Уметь создавать диаграммы (древовидную, радиальную), интеллект-карту, таблицы. Применять цепочечный принцип представления информации, диаграммы (древовидную, радиальную), интеллект-карты, таблицы при выполнении индивидуального проекта

Выбирать, анализировать, систематизировать информацию, представленную в различных видах и формах	Знать правила представления информации в несложных схемах, таблицах Уметь анализировать, выбирать, информацию из несложных схем, таблиц, заданных преподавателем; систематизировать информацию в несложных схемах, таблицах. Применять выбранную информацию, представленную в несложных схемах, таблицах для решения проектных задач	Знать правила представления информации в несложных диаграммах (древовидная, радиальная), таблицах, цепочечном принципе представления информации Уметь анализировать выбирать, информацию из несложных диаграмм (древовидной, радиальной), таблиц, цепочечного принципа представления информации; систематизировать информацию в несложных диаграммах (древовидной, радиальной), таблицах. Применять выбранную информацию в несложных диаграммах (древовидной, радиальной), таблицах при написании группового проекта	Знать правила представления информации в диаграммах (радиальная, древовидная), интеллект-картах, таблицах, цепочечном принципе представления информации Уметь анализировать выбирать, информацию из диаграмм (радиальной, древовидной), интеллект-карт, таблиц, цепочечного принципа представления информации Применять выбранную информацию, представленную в диаграммах (радиальная, древовидная), интеллект-картах, таблицах, цепочечном принципе представления информации при написании индивидуального проекта
Интерпретировать информацию, представленную в различных видах и формах	Знать правила создания несложных схем, таблиц Уметь интерпретировать (раскрыть смысл,	Знать правила создания несложной диаграммы (древовидной, радиальной), таблицы, цепочечного принципа представления информации	Знать правила создания диаграмм (древовидной, радиальной), интеллект-карт, таблиц, цепочечного принципа представления информации

	разъяснить) информацию из несложных схем, таблицы Применять для интерпретации информацию из несложных схем, таблицы для составления/обоснования утверждений (устных или письменных) при решении проектных задач	Уметь интерпретировать (раскрыть смысл, разъяснить) информацию из несложных диаграмм (радиальной, древовидной), интеллект-карты, цепочечного принципа расположения информации Применять для интерпретации информацию из несложных диаграмм (радиальной, древовидной), интеллект-карт, цепочечного принципа расположения информации для составления/обоснования утверждений (устных или письменных) при работе над групповым проектом	Уметь интерпретировать (раскрыть смысл, разъяснить) информацию из диаграмм (радиальной, древовидной), интеллект-карт, таблицы; цепочечного принципа расположения информации в устную речь Применять для интерпретации информацию из диаграмм (радиальной, древовидной), интеллект-карт, таблиц; цепочечного принципа расположения информации в устную речь для составления/обоснования утверждений (устных или письменных) при подготовке индивидуального проекта
--	---	--	---

Опишем методические особенности организации деятельности обучающихся на каждом этапе.

На информационно-аналитическом этапе применяется такая форма проектной деятельности как проектная задача, при реализации которой используются простые схемы и таблицы. Основная цель организации проектной деятельности для обучающихся 5-6-х классов – знакомство школьников со всеми этапами проектирования. На данном этапе у обучающихся формируются знания об основных требованиях к созданию несложных схем, таблиц; действия по работе с этими схемами и таблицами по шаблону, заданному учителем; школьники демонстрируют применение рассматриваемых приемов визуализации для решения проектных задач и т.д.

Для поисково-проектного этапа характерна форма проектной деятельности – групповые проекты средствами простых приемов визуализации информации. Основная цель реализации проектной деятельности на этом этапе – переход на частично-самостоятельный уровень выполнения проектных действий школьниками. На поисково-проектном этапе обучающиеся узнают об основных требованиях создания несложных диаграмм (древовидных, радиальных), таблиц, цепочечном принципе представления информации; учатся дополнять шаблоны несложных диаграмм (древовидных, радиальных), таблиц, заданные учителем, и в результате должны продемонстрировать изученные приемы визуализации информации при выполнении задач группового проекта.

На деятельностно-интегративном этапе проектная деятельность реализуется через индивидуальный проект средствами диаграмм (древовидной, радиальной), интеллект-карт, таблиц, цепочечного принципа представления информации. На данном этапе учащиеся, на основе

приобретенного опыта реализации проектной деятельности на предыдущих этапах достижения метапредметных результатов, способны самостоятельно выполнять проектные действия, соответствующие этапам проектирования. Например, на этом этапе школьники самостоятельно выбирают, анализируют и интерпретируют информацию из диаграмм, интеллект-карт, таблиц, применяют эту информацию при выполнении индивидуальных проектов, в которых используют приемы визуализации информации.

В ходе проведенного исследования были разработаны и апробированы проектные задачи при изучении математики в 5-6 классах, групповые и индивидуальные проекты (Новикова, 2021; Новикова, 2022). Для определения эффективности образовательного процесса, организованного в соответствии с созданной моделью достижения метапредметных результатов, был разработан диагностический инструментарий, состоящий из входной, промежуточной и итоговой диагностики; чек-лист для наблюдателей по оцениванию уровня достижения метапредметных результатов, с указанными диагностируемыми универсальными учебными действиями, показателями их освоения и критериями оценивания. Определены следующие уровни достижения метапредметных результатов: недостаточный уровень – не владение универсальными учебными действиями; базовый уровень – владение универсальными учебными действиями, но без способности переносить их на новые ситуации; повышенный уровень – владение универсальными учебными действиями в полном объеме.

Таким образом, разработанная структурно-функциональная модель достижения метапредметных позволила выстроить методику достижения метапредметных результатов обучения в проектной деятельности средствами визуализации информации в учебных курсах «Математика» в 5-6 классах, «Алгебра» на базовом уровне в 7-9 классах в урочной и внеурочной деятельности. Применение выделенных форм проектной деятельности и приемов визуализации информации при изучении других учебных предметов способствует формированию в школе образовательной среды, позволяющей целенаправленно достигать метапредметные результаты при освоении основной образовательной программы.

Результаты и обсуждение

В ходе проведенного исследования была выполнена апробация разработанной методики по достижению метапредметных результатов обучения в проектной деятельности средствами визуализации информации в учебных курсах «Математика» в 5-6 классах, «Алгебра» на базовом уровне в 7-9 классах в урочной и внеурочной деятельности.

На первом этапе формирующего эксперимента, реализованного в рамках исследования, входная диагностика проводилась в начале информационно-аналитического этапа достижения метапредметных результатов. Школьникам предлагалось решить проектную задачу с помощью несложных схем и таблицы. При этом за каждой группой обучающихся, решающей проектную задачу, организовалось встроенное наблюдение. Эксперты в чек-листа (табл. 2) по заданным критериям определяли с какими видами универсальных учебных действий школьники справляются и выставляли баллы по заданным критериям.

Таблица 2. Пример фрагмента чек-листа наблюдателя по оцениванию уровня достижения метапредметных результатов

Ф.И.О. эксперта:
Инструкция для заполнения: в таблице по каждому универсальному учебному действию (УУД) необходимо поставить баллы от 0 до 5, опираясь на следующие критерии.
1. Не демонстрируют универсальное учебное действие как целостную единицу деятельности – 0 баллов.
2. Под четким руководством учителя выполняют универсальное учебное действие – 1 балл.
3. Демонстрируют способность самостоятельно применять универсальное учебное действие при выполнении некоторых видов задач – 2 балла.

4. В сотрудничестве с учителем используют универсальное учебное действие для широкого круга задач – 3 балла. 5. На основании анализа условий исходной задачи и ранее изученного алгоритма с многократным обращением к повторному анализу демонстрируют самостоятельное выполнение универсального учебного действия – 4 балла. 6. Свободно используют универсальное учебное действие для решения неограниченного круга задач – 5 баллов.				
Виды универсальных учебных действий			Показатели освоения УУД	Ф.И. обучающегося
Познавательные	Работа с информацией	П. 1. Выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями	Применять несложные схемы и таблицы для решения проектных задач	
		П. 2. Выбирать, анализировать, систематизировать информацию, представленную в различных видах и формах	Применять анализировать, выбирать, информацию из текста, подготовленного учителем, по заданной им центральной теме в несложных схемах, таблицах при решении проектных задач	
		П. 3. Интерпретировать информацию, представленную в различных видах и формах	Применять знания о правилах создания несложных схем, таблиц для интерпретации информации в устную или письменную речь при решении проектных задач	
	Базовые исследовательские	П. 4. Формулировать цель деятельности	Применять опорные слова, описание характеристик цели, заданные учителем при формулировании цели проектной задачи	

На втором этапе эксперимента промежуточная диагностика проводилась в конце поисково-проектного этапа достижения метапредметных результатов. Обучающиеся выполняли групповой проект,

применяя средства несложных диаграмм (древовидной, радиальной) и таблиц. Как и на предыдущем этапе, за школьниками организовывалось встроенное наблюдение, эксперты пользовались теми же критериями оценивания.

На третьем этапе эксперимента итоговая диагностика проводится в конце деятельностно-интегративного этапа достижения метапредметных результатов, где школьникам предлагалось разработать индивидуальный проект. За каждым учащимся закреплялся руководитель, который в чек-листах по критериям, определенным на предыдущих этапах, отмечал с какими видами универсальных учебных действий обучающийся справляется.

Схема обработки данных на каждом этапе была одинаковой: баллы по каждому школьнику суммировались, сумма делилась на количество выставленных оценок. Полученные результаты свидетельствовали на каком уровне достигнуты метапредметные результаты в соответствии с диапазонами: 0-1,7 – недостаточный уровень; 1,8-3,3 – базовый уровень; 3,4-5 – повышенный уровень.

Далее на рисунке 1 представлены данные экспериментальной группы, полученные в ходе диагностических процедур. Данные обрабатывались статистически с помощью критерия Манна-Уитни. На основании полученных результатов был сделан вывод, что уровень достижения метапредметных результатов у экспериментальной группы повысился.

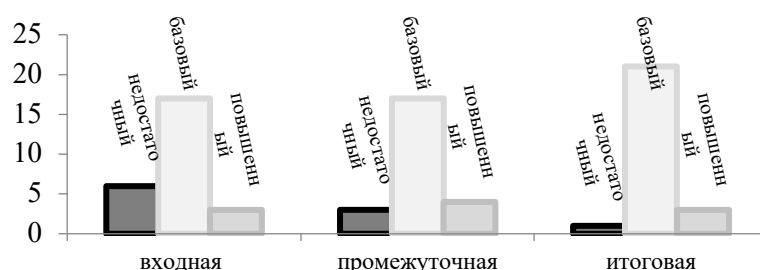


Рисунок 1. Данные диагностик экспериментальной группы

Результаты, полученные в ходе эксперимента, свидетельствуют о том, что экспериментальная группа превосходит контрольную по показателям, установленным в рамках исследования. Таким образом, предложенная структурно-функциональная модель достижения метапредметных результатов обучения математике в проектной деятельности школьников 5-9 классов средствами визуализации информации способствует повышению уровня достижения метапредметных результатов.

Заключение

Представленная структурно-функциональная модель достижения метапредметных результатов обучения математике школьников 5-9-х классов позволяет осуществлять этот процесс поэтапного освоения проектной деятельности через проектную задачу, групповой и индивидуальный проекты, которые реализуются средствами визуализации информации и соответствуют содержанию учебных курсов, а также психолого-возрастным особенностям школьников.

Формирование универсальных учебных действий, входящих в состав метапредметных результатов процесс поэтапный. Экспериментальные данные, полученные в исследовании, подтверждают эффективность методики достижения метапредметных результатов при обучении математике в 5-9 классах в урочной и внеурочной деятельности.

Список литературы

1. Баракова Е.А. Формирование регулятивных универсальных учебных действий школьников при обучении математике: дисс. ... канд. пед. наук. Орел: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2021. 27 с.
2. Боженкова Л.И. Методика формирования универсальных учебных действий при обучении алгебре. М.: Лаборатория знаний, 2017. 240 с.

3. Бьюзен Т. Интеллект-карты. Полное руководство по мощному инструменту мышления. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 208 с.
4. Бьюзен Т. Супермышление. Минск: Попурри, 2003. 304 с.
5. Иванов Р.Г., Дьячкова Т.В., Мишина Инновационная проектная деятельность по биологии: учебно-методическое пособие. Орехово-Зуево: ГГТУ, 2022. 54 с.
6. Новикова Е.О. Интеллект-карта как средство достижения требований ФГОС основного общего образования // Развитие общего и профессионального математического образования в системе национальных университетов и педагогических вузов: мат. 40-го Межд. науч. сем. препод. матем. и информ. ун-тов и пед. вузов, 7-9 октября 2021 г. Брянск, 2021. С. 371-375.
7. Новикова Е.О. Приемы визуализации информации как средство развития познавательных умений по работе с информацией на уроках математики // Актуальные проблемы обучения математике и информатике в школе и вузе: мат. 7-й Межд. науч. интернет-конф.: эл. изд. сет. распр. Под ред. М.В. Егуповой. М.: МПГУ, 2022. С. 398-402.
8. Плетенева О.В., Целикова В.В., Бармина В.Я., Белаш Е.А. Диагностика уровня сформированности проектной компетентности обучающихся 5-9-х классов: метод. пос. Н. Новгород: Нижегородский институт развития образования., 2018. 124 с.
9. Тренды обучения физике и астрономии: основное и дополнительное образование: колл. моногр. Под науч. ред. И.А. Иродовой. Ярославль: РИО ЯГПУ, 2019. 215 с.
10. Федеральная образовательная программа основного общего образования: утв. приказом Министерства просвещения РФ от 18.05.2023 № 370 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования» (Зарегистрирован 12.07.2023 № 74223). Федеральные образовательные программы. 2023. <http://edsoo.ru/>
11. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования: утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 31 мая 2021 г. № 287. 2021. <http://edsoo.ru/>
12. Федорова Н.Б., Кузнецова О.В., Огнева М.А. Проектная деятельность по физике в основной и старшей школе: моногр. Рязань: Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2021. 185 с.
13. Фирер А.В. Методика развития познавательных учебных действий учащихся при помощи средств визуализации в процессе обучения алгебре // Научное мнение. 2017. № 11. С. 82-87.
14. Царанников С.В., Полещук В.М., Покотило А.С., Пикулик О.В., Недогреева Н.Г., Белов Ф.А. Проектная деятельность в общеобразовательных учреждениях: уч. пос. Саратов: Саратовский источник, 2023. 176 с.
15. Цыренова М.Г. Проектная деятельность в процессе формирования компетентностей // Педагогика. 2012. № 9. С. 66-71.

The stages of achieving metasubject results of teaching mathematics in students' project activities by means of information visualization

Elena O. Novikova

Senior Lecturer at the Department of General Education
Perm Krai Institute of Education Development
Perm, Russia
neo-cub@iro.perm.ru
ORCID 0009-0009-4633-9345

Received 05.09.2024
Accepted 27.10.2024
Published 15.11.2024

UDC 373.3:51:004.9

DOI 10.25726/v9682-4637-5133-h

EDN LWXBUZ

VAK 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

The article presents a detailed structure of a structural-functional model aimed at the formation of meta-subject learning outcomes in mathematics for students in grades 5–9 through the integration of project-based activities and methods of information visualization. The main focus is on two key components: the technological block, which defines the tools and algorithms for organizing the educational process, and the criteria-assessment block, which provides a system for monitoring and analyzing student achievements. The model is developed with consideration of the age-specific characteristics of adolescents, as well as the requirements of modern educational standards emphasizing the importance of interdisciplinary connections and the development of information processing skills. Here, visualization acts not only as a means of presenting data but also as a tool for stimulating cognitive activity, promoting the development of logical thinking, and the ability to structure complex concepts. The technological block of the model includes a set of visual modeling methods, such as graph construction, diagrams, mind maps, as well as the use of interactive digital platforms for collaborative project work. Special importance is attached to the step-by-step mastery of tools: from analyzing the learning task and selecting the format of visualization to presenting results and reflecting on them. Each stage of project activity is accompanied by algorithms adapted to the students' level of preparation, allowing for the gradual complication of tasks—from creating simple schemes to multi-component infographic solutions. The integration of ICT technologies, such as software for 3D modeling or dynamic visualization of mathematical processes, provides immersion in the subject area, turning abstract concepts into visual objects of study. This not only facilitates the assimilation of mathematical content but also fosters the development of digital literacy, critical thinking, and teamwork skills.

Keywords

Federal state educational standard of basic general education, meta-subject results, universal learning activities, project task, group project, individual project, information visualization techniques.

References

1. Barakova E.A. Formation of regulatory universal educational actions of schoolchildren in teaching mathematics: diss. ... cand. of pedag. sci. Orel: I.S. Turgenev Orel State University, 2021. 27 p.
2. Bozhenkova L.I. Methodology of formation of universal educational actions in teaching algebra. M.: Laboratory of knowledge, 2017. 240 p.
3. Buzen T. Intelligence maps. A complete guide to a powerful thinking tool. M.: Mann, Ivanov and Ferber, 2019. 208 p.
4. Buzen T. Super thinking. Minsk: Potpourri, 2003. 304 p.
5. Ivanov R.G., Dyachkova T.V., Mishina Innovative project activity in biology: an educational and methodical manual. Orekhovo-Zuyevo: State University of Humanities and Technology, 2022. 54 p.
6. Novikova E.O. Intelligence card as a means of achieving the requirements of the Federal State Educational Standard for basic general education // Development of general and professional mathematical education in the system of national universities and pedagogical universities: mat. of the 40th Inter. scien. seminar of teachers of matem. and inform in univ. University and Pedagogical Universities, October 7-9, 2021, Bryansk, 2021. pp. 371-375.
7. Novikova E.O. Information visualization techniques as a means of developing cognitive skills in working with information in mathematics lessons // Actual problems of teaching mathematics and computer science at school and university: mat. of the 7th Inter. scien. Internet conf.: electronic publishing, network distrib. Eds. by M.V. Egupova. M.: Moscow State University, 2022. pp. 398-402.

8. Pleteneva O.V., Tselikova V.V., Barmina V.Ya., Belash E.A. Diagnostics of the level of formation of project competence of students in grades 5-9: method. guide. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod Institute of Educational Development, 2018. 124 p.
9. Trends in teaching physics and astronomy: basic and additional education: coll. monogr. Ed. by I.A. Irodova. Yaroslavl: Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University, 2019. 215 p.
10. Federal Educational Program of basic General Education: appr. by Order of the Ministry of Education of the Russian Federation dated 05.18.2023 № 370 «On Approval of the Federal Educational program of Basic General Education» (Registered 07.12.2023 № 74223) // Federal educational programs. 2023. <http://edsoo.ru/>
11. Federal State Educational Standard of Basic General Education: appr. by Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated May 31, 2021 № 287. 2021. <http://edsoo.ru/>
12. Fedorova N.B., Kuznetsova O.V., Ogneva M.A. Project activity in physics in primary and high schools: monograph. Ryazan: Ryazan State University named after S.A. Yesenin, 2021. 185 p.
13. Firer A.V. Methodology for the development of cognitive educational actions of students using visualization tools in the process of teaching algebra // Scientific opinion. 2017. № 11. pp. 82-87.
14. Tsarannikov S.V., Poleschchuk V.M., Pokotilo A.S., Pikulik O.V., Nedogreeva N.G., Belov F.A. Project activity in educational institutions: academic settlements. Saratov: Saratov source, 2023. 176 p.
15. Tsyrenova M.G. Project activity in the process of competence formation // Pedagogy. 2012. № 9. pp. 66-71.