

**С. А. Новосёлов, В. П. Кочнев**

Екатеринбург

### **УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ УЧАЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В КЛАССАХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ПРОФИЛЯ**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** развитие творческих способностей на уроках математики; естественнонаучный профиль обучения; сотворческая деятельность педагога и учащихся; проблемные математические задачи естественнонаучного содержания; учебно-методический комплекс проблемных ситуаций.

**АННОТАЦИЯ.** Рассматриваются возможные варианты организации обучения математике в классах естественнонаучного профиля с его ориентацией на развитие творческих способностей учащихся. Выделяются основные направления теоретических изысканий и экспериментальных работ по проблеме развития творческих способностей учащихся на уроках математики. Обосновываются педагогические условия активизации творческой деятельности учащихся на уроках математики в классах естественнонаучного профиля посредством организации сотворческой с учителем деятельности по разработке и решению проблемных математических задач естественнонаучного содержания. Предложен учебно-методический комплекс проблемных ситуаций естественнонаучного содержания и их математических моделей.

**S. A. Novoselov, V. P. Kochnev**

Ekaterinburg

### **CONDITIONS OF CREATIVE ABILITIES DEVELOPMENT IN THE COURSE OF MATHEMATICS FOR PUPILS STUDYING NATURAL SCIENCES**

**KEY WORDS:** creative abilities development in the lessons of mathematics; natural science specialization; joint creative activity of a teacher and pupils; problem oriented mathematic tasks of natural science content; educational methodic set of problem oriented situations.

**ABSTRACT.** The article deals with different variants of teaching mathematics in the groups with natural sciences core components in order to develop creative abilities of pupils. The main trends of theoretical studies and experimental works on development of creative abilities of pupils in the lessons of mathematics are singled out. Pedagogical conditions of activation of pupils' creative activity in the lessons of mathematics by means of joint creative activity of pupils and teachers in solving mathematical tasks are justified. Educational methodical set of problem oriented situations of natural science character and their mathematical models is given.

В инициированной президентом России стратегическом национальном проекте «Наша новая школа» подчеркивается необходимость создания в учреждениях образования всех типов и уровней таких условий, которые обеспечат развитие инициативности учащихся, их способности творчески мыслить и находить нестандартные решения. Одним из важнейших направлений решения этих задач является реализация концепции профильного обучения на старшей ступени общего образования. Профильное обучение является современной и эффективной формой организации образовательного процесса. Оно создаёт необходимые предпосылки для активизации усилий субъектов образования в плане организации самостоятельной творческой деятельности учащихся в актуальных, общественно полезных сферах деятельности. К важнейшим из них относится сфера естественнонаучной деятельности, подготовка к которой организована в российских школах в классах естественнонаучного профиля.

Реализация естественнонаучного профиля в школе предполагает развитие творческих способностей учащихся с ориентаци-

ей на выбранную ими естественнонаучную сферу деятельности.

При этом появляется возможность уже в старших классах школы обеспечить связь теоретического материала разных научных областей естествознания с различными направлениями их применения в практике (А. А. Прокофьев, В. В. Фирсов, М. И. Шабунин и др.[9; 10]. Преподавание школьного курса математики в 9-11 классах играет ведущую роль в обучении естественнонаучному профилю. Математика традиционно является фундаментом, на котором базируется развитие естественных наук. Усваивая математику, учащиеся овладевают инструментом будущей профессиональной деятельности, получают представление о математике как особом способе познания реальной действительности. При этом одним из основных математических инструментов в естествознании является математическое моделирование [6]. Применение его в обучении позволяет показать учащимся универсальность математического аппарата как средства описания разнообразных явлений и процессов. Вместе с тем творческий потенциал матема-

тического моделирования в процессе научного исследования и создания новых технологий пока не реализуется с точки зрения применения этого метода для развития творческих способностей учащихся, ориентированных на естественнонаучную деятельность. Не раскрыты в полной мере и возможности включения этого метода в процессе использования проблемных, творческих задач в условиях реализации проблемного обучения.

С целью поиска возможных вариантов организации обучения математике в классах естественнонаучного профиля с его ориентацией на развитие творческих способностей учащихся авторами был проведен анализ публикаций по проблеме развития творческих способностей учащихся на уроках математики. Он позволил выделить следующие основные направления теоретических изысканий и экспериментальных работ по указанной проблеме:

- поиск возможностей развития творческих способностей учащихся на уроках математики посредством решения проблемных и нестандартных задач (А. Н. Афанасьев, Е. Н. Качуровская, С. Ф. Митенева и др. [4]) и обоснование особой значимости применения в этом плане задач с недостающими и избыточными данными (Э. Г. Гельфман, В. А. Крутецкий, Н. В. Метельский, Л. М. Фридман, Л. Ф. Эсаулов и др.);

- теоретическое осмысление сущности учебных математических задач и их развивающих функций в учебном процессе и разработка методик, обеспечивающих реализацию этих функций (Я. И. Груденов, В. А. Гусев, М. И. Зайкин, Н. И. Зильберберг и др.);

- обоснование педагогических условий формирования мотивации к учебно-творческой деятельности на уроках математики (Н. Н. Амещинский, Е. И. Игнатьев, В. А. Даллингер, М. А. Родионов и др.);

- поиск методик реализации прикладного аспекта учебно-творческой деятельности в процессе обучения математике (Е. М. Вечтомов, А. Н. Колмогоров, Е. Г. Плотникова, Н. А. Терещин, В. В. Фирсов и др.);

- разработка организационно-педагогического обеспечения самостоятельной учебно-творческой деятельности учащихся по решению математических задач (М. Г. Гарунов, М. Г. Дорофеенко, Ю. Г. Ковалевский, Т. А. Носков и др.);

- обоснование педагогических условий эффективного применения моделирования для активизации учебно-познавательной деятельности учащихся на уроках математики (Ю. М. Важенин, В. Г. Разумовский, Л. Г. Корякин, Н. Г. Салмина и др.).

Но, несмотря на то, что в ряде проанализированных работ рассмотрены особенно-

сти организации образовательного процесса учащихся естественнонаучного профиля (Г. А. Берулава, С.А. Сурувикина, В.И. Шварцбург и др.), анализ научных публикаций не позволил выявить среди них такие, в которых были бы рассмотрены психолого-педагогические и методические особенности развития творческих способностей учащихся в процессе обучения математике с учетом специфики организации этого процесса в классах естественнонаучного профиля.

Но потребность в научном обосновании педагогических условий и методических средств развития творческих способностей учащихся классов естественнонаучного профиля именно на уроках математики становится все более очевидной. Этому способствует возрастающий интерес общества к проблеме подготовки молодого поколения к творческому решению широкого спектра теоретических и прикладных задач в области естествознания с целью практической реализации новых решений в инновационной экономике страны. При этом актуализируется проблема поиска неиспользованных в этом плане резервов системы образования, которая далеко не полностью справляется с подготовкой молодежи к специфическому творческому труду в естественнонаучной сфере в отведенный для этого период обучения в учреждениях общего образования, несмотря на выделение в них специальных естественнонаучных профилей.

На научно-педагогическом уровне эта потребность проявляется в необходимости подготовки учащихся естественнонаучного профиля к будущей инновационной деятельности в сфере естественных наук и их технико-технологических приложений. А это, в свою очередь, диктует необходимость формирования у обучаемых высокого уровня владения математическим аппаратом. Его творческое применение особенно необходимо для процедур математического моделирования изучаемых процессов и объектов с целью решения творческих задач естественнонаучного содержания. Но как показал наш анализ, на сегодняшний день недостаточно разработаны компоненты теории и методики обучения математике в аспекте учета специфики естественнонаучного профиля в процессе подготовки учащихся к творческому применению математики для моделирования задач естественнонаучного содержания.

На методическом уровне проблема состоит ещё и в том, что потенциал педагогического воздействия на процесс развития творческих способностей учащихся посредством применения проблемных творческих задач естественнонаучного содержания на уроках математики не может быть реализован, пока

не будет разработана научно-методическая система принципов и способов поиска, моделирования и решения таких задач.

Итак, для решения актуальной проблемы подготовки ориентированных на инновации работников для естественнонаучной сферы деятельности необходимо начинать эту подготовку уже со ступени общего образования. При этом необходимо решить проблему научного обоснования и разработки структуры, содержания и методических средств развития творческих способностей учащихся классов естественнонаучного профиля на уроках математики, а также выявление возможностей применения для этого математического моделирования проблемных ситуаций во взаимосвязи с применением проблемных творческих задач.

Варианты решения этой проблемы были проверены в ходе опытно-поисковой работы, проведенной в классах естественнонаучного профиля лицея № 130 г. Екатеринбурга. Авторам удалось проверить влияние на активизацию процесса развития творческих способностей учащихся на уроках математики путем ряда взаимосвязанных педагогических условий.

Первым таким условием стала организация сотворческой с учителем деятельности обучаемых по разработке и решению проблемных математических задач естественнонаучного содержания на основе реализации деятельностного и личностно ориентированного подходов и принципов проблемного обучения. Для этого была предложена новая форма взаимодействия учителей лицея – межпредметный семинар учителей математики, физики, химии и биологии.

Целью этого семинара стала интеграция педагогических усилий, направленных на развитие творческих способностей учащихся классов естественнонаучного профиля. При этом предметом, интегрирующим взаимодействие учителей, была выбрана математика, а средством интеграции стали математические задачи естественнонаучного содержания.

Перед учителями, участвующими в семинаре, была поставлена методическая задача отбора актуального для каждого из перечисленных предметов фрагмента содержания обучения, который затем необходимо было преобразовать в учебную проблемную ситуацию. Каждая из предложенных проблемных ситуаций оценивалась на семинаре с точки зрения возможности её описания с использованием математического аппарата и последующим построением математических моделей решения сформулированных учебно-творческих проблем. Если предложенное содержание проблемной ситуации и заложенные в ней возможности применения метода математического моделирования при-

знавалось соответствующими уровню естественнонаучной и математической подготовки учащихся, предложенный фрагмент содержания обучения использовался для формулировки учебно-творческой проблемной задачи. Таким способом формировалась ориентировочная основа учебно-творческой деятельности обучаемых, которая затем была использована на уроках математики для организации самостоятельной работы учащихся классов естественнонаучного профиля с целью развития их творческих способностей.

Приведем ряд примеров предложенных проблемных задач естественнонаучного содержания. Так, учитель физики предложил задачи:

- по определению количества теплоты для нагревания жидкости в резервуаре при переменной температуре;
- определению скорости распада радия в условиях понижения давления и высокой температуры;
- регулирования угловой скорости диска, вращающегося в жидкости, изменяющей свою вязкость под влиянием температуры;
- составлению и расчету электрической цепи при переменном сечении проводников и др.

Учитель химии предложил задачи:

- по расчету времени окисления газовой смеси;
- изменению концентрации смесей и сплавов при введении примесей;
- расчет влияния температуры и давления на концентрацию растворов химических солей и др.

Учитель биологии предложил задачи:

- по расчету скорости изменения биомассы органического вещества под воздействием температуры и кислорода воздуха;
- определению зависимости урожайности зерна злаковых культур от внесенных в почву азотных и фосфорных удобрений;
- определению реакции организма человека на введение лекарств, их влияния на повышение артериального давления и уменьшение температуры тела и др.

Организация сотворческой деятельности учащихся и учителя математики началась с обсуждения предложенных участниками межпредметного семинара проблемных ситуаций и решения соответствующих проблемных задач. При этом в процессе их математического моделирования учащимся предлагалось вносить изменения в анализируемые условия решения проблемы, предлагать новые варианты развития проблемных ситуаций и, в соответствии с этим, переформулировать предложенные учебно-творческие задачи. Сама возможность самостоятельного поиска новых элемен-

тов проблемных ситуаций и внесения обоснованных изменений в формулировку задач привели к заметному повышению активности обучаемых. Было отмечено повышение уровня проявления таких качеств личности и творческих способностей учащихся, как: любознательность, стремление к достижению успеха в деятельности по преобразованию условий задач, способность генерировать оригинальные идеи, способность комбинировать и переносить знания в смежные области, способность к аналогиям и др.[1].

Использование совместно с учителем математического аппарата для моделирования задач естественнонаучного содержания позволило повысить уровень проявления таких качеств учащихся как способность анализировать и описывать различные явления, способность выделять главное, способность устанавливать взаимосвязи между компонентами естественнонаучной проблемы, находить закономерности, давать определения и делать обобщения, находить и уточнять смыслы феноменов различной природы. При этом в процессе математического моделирования были проанализированы: биологический и химический смысл производной; физический смысл дифференциала; возможности применения определенного интеграла в физике и технике; роль дифференциальных уравнений в процессе моделирования различных физических, химических и биологических процессов с использованием основ теории вероятностей.

Вторым условием, выполнение которого обеспечило дальнейшую активизацию развития творческих способностей учащихся, стала разработка и реализация учебно-методического комплекса проблемных ситуаций естественнонаучного содержания и их математических моделей. Естественно, что ядро этого комплекса составили проблемные ситуации и задачи, предложенные учителями, но принципиально важной его особенностью стало то, что в процессе его использования на уроках и в самостоятельной деятельности учащихся он непрерывно дополнялся самими учащимися. Таким образом, этот комплекс стал выполнять функции содержательного базиса учебно-творческой деятельности на уроках математики.

Алгоритм разработки и регулярного пополнения предложенного учебно-методического комплекса включал в себя следующие основные шаги.

1. По результатам работы межпредметного семинара учителей создается ядро учебно-методического комплекса, включающее в себя структурированный в соответствии со сферами естествознания и уровнем сложности набор проблемных ситуаций

и учебно-творческих задач естественнонаучного содержания, решение которых потребует от учащихся применения математического аппарата. В ядро комплекса включаются также и примеры их математического моделирования и решения. При этом само описание ситуаций и формулировки задач подчинены требованию: акцентировать внимание обучаемых на том, что каждая ситуация, каждая задача может иметь несколько вариантов развития и решения. Это очень важно для воспитания дивергентности мышления учащихся, которая является одной из главных характеристик творческого мышления.

2. При изучении соответствующих тем предметов естественнонаучного цикла учителя (каждый в своем предмете) знакомят учащихся с проблемными ситуациями, представленными в ядре учебно-методического комплекса, и способами их анализа, моделирования. Каждый учащийся получает задание предложить свое видение проблемной ситуации, а также, по аналогии с рассмотренными на уроках, подобрать самостоятельно проблемные ситуации для их дальнейшего анализа и моделирования на уроках математики. При этом учащиеся должны быть ориентированы на самостоятельную работу с литературными источниками.

3. Учитель математики организует на своих уроках обсуждение предложенных учащимися проблемных ситуаций в аспекте возможности применения имеющихся у обучаемых математических знаний и умений для анализа ситуаций и их математического моделирования. Главным результатом такого обсуждения становится отбор интересных для всех учащихся проблемных ситуаций и их математизация в процессе моделирования путей их разрешения. Значимым здесь является не решение задачи, а стремление к ее постановке, ее логическому очищению от «ненужных» деталей с помощью выполнения логических операций и доступного для учащихся математического аппарата. На этом шаге не ставится цель обязательного решения задачи. Важно сформировать интерес, развить мотивацию на более глубокое и самостоятельное изучение математики с целью дальнейшего анализа и решения связанных с найденной проблемной ситуацией творческих задач.

Итогом этой совместной работы учителей и учащихся становится пополнение учебно-методического комплекса новыми проблемными ситуациями и их моделями. Происходит своеобразное «наращивание» его содержания на созданное ранее ядро. При этом с каждым привнесенным самими учащимися «слоем» новых ситуаций и моделей возрастает мотивирующая сила этого комплекса – в каждый новый слой попадают

только те ситуации, которые интересны учащимся, так как предложены ими самостоятельно и приняты ими как вполне возможные для будущего решения – только бы поскорее освоить для этого необходимый математический инструментарий. Т.е. учащимся становится понятно, зачем изучать математику.

Третье условие активизации процесса развития творческих способностей учащихся было направлено непосредственно на организацию учебно-творческой деятельности обучаемых на уроках математики. Она была организована на основе свободного выбора каждым учащимся конкретной проблемной ситуации и варианта ее математической модели из разработанного учебно-методического комплекса ситуаций естественнонаучного содержания и их математических моделей. Выбрав вызывающую их интерес ситуацию и возможный вариант ее моделирования, учащиеся переходили к самостоятельному моделированию соответствующих конкретной ситуации естественных процессов и явлений с использованием актуального для их уровня подготовки математического аппарата. При этом они самостоятельно формулировали различные варианты творческих математических задач, соответствующих полученным моделям, и включались в самостоятельный поиск вариантов решений этих задач.

Алгоритм реализации третьего условия включал в себя следующие основные шаги:

- организация процедуры самостоятельного выбора учащимися проблемных ситуаций на основе анализа содержания учебно-методического комплекса;
- подготовка к выступлению с краткими докладами, которая предполагает самостоятельный подбор литературных источников с целью их анализа;
- уточнение естественнонаучного содержания выбранной проблемы на основе анализа найденных литературных источников и обсуждения доклада с одноклассниками и учителем;
- самостоятельное математическое моделирование уточненной проблемной ситуации естественнонаучного содержания и постановка учебно-творческой математической задачи;
- решение учебно-творческой задачи естественнонаучного содержания с выделением возможных вариантов другого решения в зависимости от выделенных параметров, описывающих ситуацию;
- возвращение к модели проблемной ситуации для её уточнения с использованием все более новых знаний и обновляемого в процессе изучения математики набора инструментов математического моделирования и

решения задач;

- уточнение формулировки учебно-творческой задачи (возможно вместе с учителем) для дальнейшего ее включения в содержание учебно-методического комплекса;
- организация конкурса по самостоятельной разработке во внеучебное время учебно-творческих математических задач для их дальнейшего использования в соревновательных формах дополнительного образования.

И наконец, четвертым условием активизации процесса развития творческих способностей учащихся классов естественнонаучного профиля на уроках математики является организация его организационно-педагогической поддержки посредством новой соревновательной формы дополнительного образования – олимпиады по решению проблемных задач естественнонаучного содержания, самостоятельно разработанных учащимися.

Структура и этапы организации этого мероприятия в процессе опытно-поисковой работы были следующими. Каждый учащийся разрабатывал по 3-5 проблемных задач естественнонаучного содержания и вместе с вариантами их моделирования и решения сдавал учителю математики, который представлял эти задачи для обсуждения на межпредметном семинаре учителей. В результате отбирались лучшие задачи, число которых не должно быть меньше числа обучаемых в классе. Всем задачам присваивался номер, и в ходе олимпиады каждый учащийся по жребию получал один из этих номеров.

Затем в ходе решений учебно-творческих задач учащиеся предлагали различные варианты осмысления отраженной в задаче проблемной ситуации с использованием математического аппарата и решали задачу. Жюри олимпиады оценивало предложенные модели и решения, и сравнивало их с моделями и решениями самого разработчика задачи. Если решение задачи непосредственно на олимпиаде было более интересным, чем то, которое предложил ее автор, то за это добавлялись дополнительные баллы. Соревновательный дух олимпиады значительно повышал уровень мотивационной активности и творческой результативности учащихся, а наблюдение за их работой позволило экспертам оценить уровень включенности, а затем и приращение творческих способностей учащихся.

Рассмотрим пример организации на уроке математики процесса анализа проблемной ситуации, ее математического моделирования с последующей формулировкой и решением учебно-творческой математической задачи.

В учебно-методическом комплексе проблемных ситуаций естественнонаучного со-



$$\frac{dp}{dV} = -\frac{p}{\omega}, \quad (2)$$

где

$$\omega = \frac{l \cdot \mu}{\pi \cdot r^4}$$

Здесь  $\omega$  - постоянное сопротивление;  $r$  - радиус трубки;  $\mu$  - вязкость крови;  $l$  - длина трубки.

Знак минус обозначает, что большему давлению сердца соответствует большее уменьшение объема крови в единицу времени.

Исключая из равенств (1) и (2) величину  $dV$ , получаем дифференциальное уравнение первого порядка:

$$\frac{dp}{p} = -\frac{k}{\omega} \cdot dt \quad (3)$$

Решение уравнения (3) находится непосредственным интегрированием

$$p = c \times e^{-\frac{k}{\omega} t}, \text{ где } c = e^c.$$

При  $t=0$ ,  $C=P(0)=p_0$  и тогда

$$p = p_0 \cdot e^{-\frac{k}{\omega} t}.$$

Таким образом, в течение диастолического периода (клапаны аорты закрыты) давление в аорте падает по показательному закону.

### Систолическая фаза.

Учитель биологии поясняет, что особенностью систолической фазы является то, что кровь накачивается в аорту путем сокращения мышцы сердца. Скорость изменения объема в аорте является результатом двух факторов: количество притоков (от сердца) и оттоков (вытеканий) по артерии.

Учащиеся рассчитывают количество вытеканий на основании закона Пуазейля, которое имеет вид:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{p}{\omega} \quad (4)$$

Очевидно, что изменение объема крови в аорте выглядит так:

$$\frac{dV}{dt} = i(t) - \frac{p}{\omega} \quad (5)$$

Если  $i > \frac{p}{\omega}$ , то отношение  $\frac{dV}{dt}$  положительно, т.е. объем потока крови в аорте увеличивается, и наоборот. Учитывая равенство (1), уравнение (5) перепишем в виде:

$$\frac{dp}{dt} = k \left[ i(t) - \frac{p}{\omega} \right] \quad (6)$$

Учитель математики объясняет, что функция  $i(t)$  является неизвестной. В качестве приближения принимают закон  $i=A \sin Bt$ , то есть число вытеканий потока крови в аорту описывается функцией синуса. Тогда уравнение (6) принимает вид:

$$\frac{dp}{dt} + \frac{k}{\omega} \cdot p = k \cdot A \cdot \sin Bt \quad (7)$$

где  $A$  и  $B$  – некоторые постоянные.

Интегрирующий множитель  $\mu = e^{\frac{k}{\omega} t}$  искомое значение давления имеет вид:

$$p = c \cdot e^{-\frac{k}{\omega} t} + e^{-\frac{k}{\omega} t} \times \int kA \sin Bt \times e^{\frac{k}{\omega} t} \cdot dt \quad (8)$$

Учащиеся для расчета применяют метод

интегрирования по частям ( $u = e^{\frac{k}{\omega} t}$ ,  $dv = \sin Bt \cdot dt$ )

И решая полученное затем равенство относительно искомого интеграла, получим:

$$p = C \times e^{-\frac{k}{\omega} t} + Ak \frac{\frac{k}{\omega} \cdot \sin Bt - B \cos Bt}{\frac{k^2}{\omega^2} + B^2} \quad (9)$$

При  $t = 0$ ,  $p = p_0$  откуда:

$$C = p_0 + \frac{kAB}{\frac{k^2}{\omega^2} + B^2} \quad (10)$$

Окончательно, после подстановки в равенство (9) значение (10), получается ответ:

$$p = \left( p_0 + \frac{kAB}{\frac{k^2}{\omega^2} + B^2} \right) + \frac{Ak \left[ \frac{k}{\omega} \cdot \sin Bt - B \cos Bt \right]}{\frac{k^2}{\omega^2} + B^2} \quad (11)$$

Таким образом, полученное выражение активно обсуждается учащимися в сотворчестве с учителями биологии, математики и физики. Учащимся показывают, что это выражение дает представление о работе сердечно-сосудистой системы в двух периодах (фазах): диастолическая фаза- давление в аорте падает по показательному закону; систолическая фаза- число вытеканий потоков крови в аорту происходит по синусоидальному закону.

Подводя итоги проведенного теоретического анализа и опытно-поисковой работы по проблеме развития творческих способно-

стей учащихся на уроках математики в классах естественнонаучного профиля, сделаем следующие выводы:

1. Прошедшие апробацию структура, содержание и методические средства развития творческих способностей учащихся классов естественнонаучного профиля на уроках математики, включая применение математического моделирования проблемных ситуаций во взаимосвязи с разработкой и решением проблемных творческих задач, обеспечивают эффективность начального этапа подготовки (на ступени общего образования) ориентированных на инновации работников для естественнонаучной сферы деятельности при соблюдении ряда необходимых педагогических условий.

2. Доказана необходимость соблюдения следующих условий развития творческих способностей учащихся на уроках математики в классах естественнонаучного профиля:

– организация сотворческой с учителем деятельности обучаемых по разработке и решению проблемных математических за-

дач естественнонаучного содержания на основе реализации деятельностного и личностно-ориентированного подходов и принципов проблемного обучения;

– разработка и реализация учебно-методического комплекса проблемных ситуаций естественнонаучного содержания и их математических моделей;

– организация учебно-творческой деятельности обучаемых на основе свободного выбора каждым учащимся конкретной проблемной ситуации и варианта ее математической модели из разработанного учебно-методического комплекса ситуаций естественнонаучного содержания и их математических моделей;

– организация педагогической поддержки процесса развития творческих способностей учащихся классов естественнонаучного профиля на уроках математики посредством новой соревновательной формы дополнительного образования – олимпиады по решению проблемных задач естественнонаучного содержания, самостоятельно разработанных учащимися.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. АНДРЕЕВ В. А. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности: основы педагогики творчества. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1988.
2. ГАРУНОВ М. Г. Самостоятельная работа учащихся как средство накопления опыта творческой деятельности // Советская педагогика. 1973. № 4.
3. ДАЛИНГЕР В. А. Задачи в обучении математике : метод. рекомендации для студентов физ.-мат. фак-ов и учителей математики средних школ. Омск : Изд-во ОГПУ, 1990.
4. КАЧУРОВСКАЯ Е. Н. Формирование мотивации учащихся 5-6 классов к учебно-познавательной деятельности в процессе обучения математике : автореф. дис. ... канд. пед. наук. Екатеринбург, 2010.
5. КОЛМОГОРОВ А. Н. Математика — наука и профессия. М. : Наука, 1988.
6. КОЧНЕВ В. П., НОВОСЁЛОВ С.А. Развитие творческих способностей учащихся в процессе математического моделирования проблемных ситуаций естественнонаучного содержания // Педагогическое образование в России. 2011. № 3.
7. КРУТЕЦКИЙ В. А. Психология математических способностей школьников. М., 1968.
8. ПОНОМАРЁВ К. К. Составление дифференциальных уравнений. Минск : Высшая школа, 1973.
9. ПРОКОФЬЕВ А. А. Вариативные модели математического образования учащихся классов и школ технического профиля : автореф. дис. д-ра пед. наук. М. : 2005.
10. ФРИДМАН Л. М. Теоретические основы методики обучения математике : пособие для учителей, методистов и пед. высших учебных заведений. М. : Флинта, 1998.
11. ШАБУНИН М. И. Научно-методические основы углубленной математической подготовки учащихся средних школ и вузов : дис. в виде науч. докл. ... д-ра пед. наук. М., 1994.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. А. П. Усольцев