

**Озерова Тамара Сергеевна,**

старший преподаватель, Уральский государственный горный университет; 620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30; e-mail: Tamara.Ozerova@m.ursmu.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ  
СТУДЕНТОВ ГОРНОГО ВУЗА НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ  
МАТЕМАТИКИ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН  
ГОРНОГО ДЕЛА И ГЕОЛОГИИ**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** критическое мышление; междисциплинарная интеграция; горные вузы; математическое моделирование; дифференциальные уравнения; геология; студенты.

**АННОТАЦИЯ.** В современном обществе для того чтобы быть конкурентоспособным на рынке труда, мало после завершения университета уметь вычислять производные функции одной и нескольких переменных, владеть разнообразными методами интегрирования, уметь находить решение различных по типу (непосредственно заданных) дифференциальных уравнений. Нужно обладать способностями строить логические рассуждения; устанавливать причинно-следственные связи; создавать аналогии, обобщения; соотносить математические понятия с понятиями из предметной области, то есть иметь высокий уровень сформированности критического мышления, которое включает в себя: всесторонний анализ ситуации; выдвижение гипотез и их проверку; всестороннюю оценку последствий возможных решений; оценочно-рефлексивную деятельность; привлечение субъектного опыта. Все это возможно, если студентам уже на начальном этапе получения образования показывать его практическую, профессиональную направленность с помощью интеграции математики и специальных дисциплин горного дела и геологии. Для этого автором выделены компоненты критического мышления (когнитивно-информационный, мотивационно-потребностный, поисково-деятельностный, рефлексивно-оценочный), определен метод – математическое моделирование, способ формирования – прикладные задачи горно-геологического профиля, которые позволяют осуществить связь между математикой и специальными дисциплинами горного дела и геологии. Выделены этапы формирования компонентов критического мышления. Показано, каким образом происходит формирование каждого компонента критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов при обучении математике на выделенных этапах. Приведен пример организации процесса обучения математике, способствующий формированию компонентов критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов с применением прикладных задач горно-геологического профиля в соответствии с введенными этапами при изучении темы «Основные понятия дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения первого порядка». Определены способы диагностики каждого компонента критического мышления. Подтверждена эффективность предложенной методики на основе результатов проведенного педагогического эксперимента.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Озерова, Т. С. Формирование компонентов критического мышления студентов горного вуза на основе интеграции математики и специальных дисциплин горного дела и геологии / Т. С. Озерова. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2022. – № 2. – С. 68-78.

**Ozerova Tamara Sergeevna,**

Senior Lecturer, Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia

**FORMATION OF THE COMPONENTS OF THE CRITICAL THINKING  
OF MINING UNIVERSITY STUDENTS ON THE BASIS INTEGRATION  
OF MATHEMATICS AND SPECIAL DISCIPLINES  
OF MINING AND GEOLOGY**

**KEYWORDS:** critical thinking; interdisciplinary integration; mining universities; mathematical modeling; differential equations; geology; students.

**ABSTRACT.** In modern society, in order to be competitive in the labor market, it is not enough after graduating from university to be able to calculate derivative functions of one and several variables, to use various integration methods, to be able to find solutions to differential equations of various types (directly given). You need to have the ability to build logical reasoning; establish causal relationships; create analogies, generalizations; correlate mathematical concepts with concepts from the subject area, that is, have a high level of critical thinking, which includes: a comprehensive analysis of the situation; putting forward hypotheses and testing them; a comprehensive assessment of the consequences of possible decisions; evaluative-reflexive activity; attraction of subjective experience. All this is possible if, at the initial stage of education, students are shown its practical, professional orientation by integrating mathematics and special disciplines of mining and geology. For this, the author singles out the components of critical thinking (cognitive-informational, motivational-need, search-activity, reflective-evaluative), the method is defined – mathematical modeling, the method of formation – applied problems of the mining and geological profile, which allow the implementation – to establish a connection between mathematics and special disciplines

of mining and geology. The stages of formation of the components of critical thinking are singled out. It is shown how each component of the critical thinking of future mining engineers and engineers-geologists is formed when teaching mathematics at the selected stages. An example of the organization of the process of teaching mathematics, which contributes to the formation of the components of critical thinking of future mining engineers and engineers-geologists, using applied problems of a mining and geological profile in accordance with the introduced stages in the study of the topic "Basic concepts of differential equations. First Order Differential Equations". Methods for diagnosing each component of critical thinking are determined. The effectiveness of the proposed methodology was confirmed on the basis of the results of the conducted pedagogical experiment.

**FOR CITATION:** Ozerova, T. S. (2022). Formation of the Components of the Critical Thinking of Mining University Students on the Basis Integration of Mathematics and Special Disciplines of Mining and Geology. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 2, pp. 68-78.

**Г**отовность будущих горных инженеров и инженеров-геологов к профессиональной деятельности выражается в умении решать профессиональные задачи, возникающие в реальных условиях: увидеть проблему, разработать пути ее решения, найти необходимые ресурсы.

Для этого выпускники горного вуза должны иметь теоретические знания; широкий технический кругозор – понимание основных проблем и решений, лежащих как в сфере специальности, так и за ее пределами; способность критически и объективно анализировать проблемную ситуацию; владеть навыками индивидуальной и коллективной профессиональной и социальной деятельности; уметь принимать профессиональные решения с учетом их технических, экономических, экологических и социальных последствий и требований этики; использовать источники информации; уметь грамотно и логично излагать мысли; иметь высокий уровень общей культуры [21].

Как показывает опыт преподавания в вузе, многие студенты после завершения изучения дисциплины «Математика» достаточно неплохо умеют вычислять производные функции одной и нескольких переменных, владеют разнообразными методами интегрирования, умеют находить решение различных по типу (непосредственно заданных) дифференциальных уравнений и т. п. Но проблемы начинаются тогда, когда студенты пытаются использовать накопленные математические знания для построения математических моделей процессов, явлений окружающего мира. На наш взгляд, данные проблемы связаны с неумением строить логические рассуждения; устанавливать причинно-следственные связи; создавать аналогии, обобщения; соотносить математические понятия с понятиями из предметной области, то есть с достаточно низким уровнем сформированности критического мышления. Это подтверждают результаты педагогического эксперимента, описанного ранее [4].

Для обеспечения работодателей квалифицированными выпускниками горных вузов, способных без промедления включаться в производственную деятельность, в

управление сложными технологическими процессами современного горнодобывающего производства, необходимо уже на начальном этапе получения образования показывать его практическую, профессиональную направленность, что будет способствовать, в том числе, формированию критического мышления, которое включает в себя: всесторонний критический анализ ситуации; выдвижение гипотез и их проверку; всестороннюю оценку последствий возможных решений; оценочно-рефлексивную деятельность; привлечение субъектного опыта [3].

Проанализировав работы ученых [2; 6; 7; 13; 15; 16; 19; 25; 26; 30], мы в структуре критического мышления выделяем следующие компоненты и показатели их сформированности:

**1. Когнитивно-информационный компонент** обеспечивает понимание сущности и необходимости развития самого критического мышления, потребность в критическом осмыслении событий, явлений и окружающий их смысл информации, понимание необходимости применения критического мышления в профессиональной деятельности. Предпосылками формирования этого компонента у студентов являются: использование в рассуждениях аргументированных обоснований, построенных на законах логики, и умение обосновывать собственную точку зрения. **Показатели сформированности:** знания о критическом мышлении, его содержании; понимание процессов критического мышления.

**2. Мотивационно-потребностный компонент** определяет наличие у студента мотива и потребности к саморазвитию, к получению результата. Для будущих горных инженеров и инженеров-геологов данный компонент предполагает творческий подход в своей профессиональной деятельности; ориентацию на достижение высоких результатов в будущем, дает возможность осознать ответственность при принятии инженерных решений. Этот компонент проявляется в потребности проследивать пути научного поиска, решения и открытия в области горной инженерии, геологических исследованиях. **Показатели сформированности:** готовность к использованию критического мыш-

ления при решении математических задач; потребность в получении результата и нахождении способа решения; мотивация обучения студентов в вузе.

**3. Поисково-деятельностный компонент** направлен на формирование у студентов следующих умений: грамотно, последовательно, аргументировано формулировать собственные суждения и оценки; предлагать план действий с последующим прогнозированием результата; рассматривать различные варианты решения проблемной ситуации с последующей оценкой положительных и отрицательных сторон предложенных решений; толерантно относиться к чужим мнениям. **Показатели сформированности** (по Блуму [29]): *помнить* – активизировать необходимый для решения задачи собственный опыт (понятия, свойства, теоремы, методы решения); *понимать* – выделять объекты, подлежащие изучению, и показатели, влияющие на изменение изучаемых объектов; анализировать условия задачи на избыток и недостаток информации, на отделение нужной и ненужной информации; *применять* – формулировать гипотезы (оценка достоинства и недостатков предложенных гипотез), формализация задачи в виде математической модели; непосредственное решение математической задачи и выявление критериев, которым должно удовлетворять решение; *анализировать* – логичность в рассуждениях; *оценивать* полученные результаты решения; *создавать* – объединять в единое целое математические знания и объекты из области горного дела или геологии.

**4. Рефлексивно-оценочный компонент** предполагает диагностику собственного мыслительного процесса, про-

блемной ситуации; понимание собственной позиции; оценку соответствия своей деятельности поставленным задачам; привлечение личного опыта для преодоления трудностей. **Показатели сформированности:** самоанализ; самооценка; самокоррекция.

Последовательность формирования компонентов критического мышления осуществляется на основе выделенных нами этапов: подготовительного, профессионально-прикладного, технологического. Рассмотрим их подробнее.

**1. Подготовительный этап.** Подразумевает создание преподавателем условий для дальнейшего формирования компонентов критического мышления студентов в процессе обучения математике. Выбор данных условий основывается на выявленных ранее уже имеющихся у студентов уровнях сформированности компонентов критического мышления.

**2. Профессионально-прикладной этап.** Направлен на отбор тем и разделов дисциплины «Математика», которые наиболее подходят для введения элементов профессиональной, прикладной направленности с целью формирования у студентов всех компонентов критического мышления.

**3. Технологический этап.** Выбор методов, средств, форм обучения, позволяющих в процессе изучения математики формировать компоненты критического мышления.

В таблице 1 представлено, каким образом происходит формирование каждого компонента критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов при обучении математике на выделенных нами этапах.

Таблица 1

### Этапы формирования компонентов критического мышления

Этапы	Компоненты критического мышления			
	Когнитивно-информационный	Мотивационно-потребностный	Поисково-деятельностный	Рефлексивно-оценочный
Подготовительный	Формирование понимания важности наличия критического мышления для успешного изучения математики, а также для получения качественного образования	Побуждение мотивации к учебной деятельности, к решению проблемной ситуации, к формулировке гипотез, к проведению их анализа	Повторение, отбор ранее изученных математических знаний (основных понятий, методов, свойств), необходимых для решения проблемной ситуации	Студент осознает и оценивает свою деятельность: каким способом и зачем

Этапы	Компоненты критического мышления			
	Когнитивно-информационный	Мотивационно-потребностный	Поисково-деятельностный	Рефлексивно-оценочный
Профессионально-прикладной	Побуждение к осознанию значимости наличия критического мышления в профессиональной деятельности. Формирование умения критически оценить собственный уровень подготовки для выбора метода решения проблемной ситуации	Побуждение мотивации к проверке гипотез и окончательному формулированию новых фактов при решении проблемной ситуации профессионального характера, к нахождению альтернативных решений	Изучение, повторение, отбор законов, правил из дисциплин профессионального характера, смежных дисциплин, необходимых для построения математической модели проблемной ситуации, ее формализации и решения	Студент понимает, в чем заключается его деятельность. Оценивает, насколько полученный результат соответствует поставленным целям
Технологический	Студент осознает внутреннюю готовность применять критическое мышление в дальнейшей профессиональной деятельности	Студент имеет потребность в самостоятельном применении критического мышления при решении проблемной ситуации профессионального характера для получения адекватного результата	Студент самостоятельно выбирает оптимальное решение задачи. Переводит результаты решения в профессиональную сферу деятельности. Способен спрогнозировать результаты своей деятельности. Может предложить собственный вариант решения задачи	Студент имеет высокий уровень рефлексии; своевременно реагирует на изменения ситуации

Мы считаем, что формирование каждого компонента критического мышления представляется возможным на основе интеграции математики и специальных дисциплин горного дела и геологии.

Изучение диссертационных исследований М. С. Аммосовой, Е. А. Зубовой, Н. Ю. Коробовой, Н. А. Прокопенко, Н. В. Скоробогатовой показало, что профессиональные навыки студентов (в частности, будущих горных инженеров и инженеров-геологов) успешно развиваются при решении ими задач, в которых происходит моделирование ситуаций, приближенных к профессиональной деятельности, что, в свою очередь, создает условия для формирования и использования критического мышления.

По мнению М. С. Аммосовой [1], профессиональная направленность выражается в использовании профессионально направленных задач. Е. А. Зубова в диссертации [8] делает акцент на развитии творческой составляющей студентов инженерных специальностей. В качестве инструмента использует профессионально ориентированные задачи, которые являются связующим звеном между непосредственно математическими знаниями и знаниями, используемыми в будущей трудовой деятельности. Н. Ю. Коробова [14], не используя в явном виде термин «профессионально ориентированные задачи» пишет о том, что при изложении стандартных тем математики важно связать их с профессиональными знаниями геологов в области геодезии, топографии,

кристаллографии и т. п. Н. А. Прокопенко [23] в качестве первоочередной задачи в обучении математике студентов инженерных направлений указывает формирование у них математической компетентности, достаточной для становления их профессиональной компетентности, и перечисляет разделы математики, которые, по ее мнению, должны усвоить будущие горные инженеры. Н. В. Скоробогатова в работе [24] обосновывает использование профессионально ориентированных задач при обучении математике студентов инженерных (в том числе горных) специальностей. Их внедрение должно происходить целенаправленно, систематически, с помощью наглядного моделирования реальных технических процессов и явлений, что помимо приобретения профессиональных знаний повысит мотивацию к изучению дисциплины «Математика».

Проанализировав диссертационные исследования, посвященные вопросам профессиональной направленности студентов технических вузов, мы увидели, что в данных исследованиях в той или иной мере идет речь о профессионально ориентированных, прикладных, профессионально направленных задачах.

М. С. Аммосова под профессионально направленной задачей понимает задачу с практическим содержанием из области горного дела, а также из курсов общепрофессиональных и специальных дисциплин горного инженера [1, с. 30]. Она выделяет

требования, которым должны удовлетворять профессионально направленные задачи для студентов горных вузов: соответствие целям и содержанию математической подготовки; представление межпредметных связей всего курса математики и дисциплин специального цикла; отражение в содержании основных элементов инженерных задач будущей профессии; наличие одношаговых и многошаговых задач с осложненным решением; доступность для понимания студентом профессионального контекста математической задачи; актуальность задачи, соответствие современным инженерным задачам [1, с. 80].

Т. И. Бова определяет профессионально ориентированную математическую задачу как задачу, «условие и требование которой определяют собой модель некоторой ситуации, возникающей в профессиональной деятельности инженера, а исследование этой ситуации осуществляется средствами математики и способствует профессиональному развитию личности специалиста» [27, с. 10]. С. В. Мечик вводит понятие информационно-компетентностной задачи – это задача, «поиск решения которой предполагает анализ, структурирование и оценку представленной информации для преобразования ее в некоторую математическую модель изучаемого процесса или явления» [18, с. 52]. И. М. Шапиро прикладную задачу трактует как задачу, «фабула которой раскрывает приложения математики в смежных учебных дисциплинах, знакомит с ее использованием в организации, технологии и экономике современного производства» [28, с. 5].

Выделим общие требования, предъявляемые к профессионально ориентированным задачам учеными-педагогами Е. А. Зубовой [8], Л. В. Сагатовой [10], В. В. Логиновой [17], Н. В. Скоробогатовой [24]:

- в основе сюжета содержится реальная практическая ситуация, возникающая при выполнении будущей профессиональной деятельности, что приводит к развитию интереса, мотивации;

- решение проблемной ситуации осуществляется средствами математики, что способствует прочному усвоению математических знаний, приемов и методов.

По мнению В. И. Карповой [12], О. Н. Пирютко [22], И. М. Шапиро [28], прикладные задачи должны:

- способствовать формированию профессионально значимых знаний, умений и навыков, которые потребуются при изучении смежных дисциплин;

- быть доступными студентам по используемому в задаче нематематическому материалу;

- описывать реальную ситуацию, в том числе содержать соответствующие действительности числовые значения величин.

В своей работе мы используем термин **прикладная задача горно-геологического профиля** – это задача, в основе которой находится профессиональный сюжет, демонстрирующий поставленную проблемную ситуацию, возникающую в области горного дела или геологии, мотивирующую студентов к использованию при ее решении математического аппарата.

К **прикладным задачам горно-геологического профиля** мы выдвигаем следующие **требования**:

- в процессе решения должна проходить отработка знаний, умений, навыков, прописанных в программе курса «Математика»;

- процесс поиска решения таких задач должен проходить с ориентацией на творческий подход, на применение личного опыта, заключающегося в свободном владении школьным курсом математики, а также математическими знаниями, накопленными на данный момент обучения в вузе;

- содержание задачи должно вызывать интерес у студентов за счет демонстрации взаимосвязи между проблемами, затрагивающими процессы горного производства, геологии, и математическим аппаратом, который применяется для их решения;

- в задачах должны быть задействованы теоретические знания (профессиональные термины, понятия) из области горного дела, геологии, доступные для понимания студентами.

Основываясь на анализе содержания рабочих программ дисциплины «Математика», мы выделили разделы, которые наиболее подходят для введения элементов профессиональной направленности и формирования критического мышления.

Создание прикладных задач горно-геологического профиля на основе интеграции математики и специальных дисциплин горного дела и прикладной геологии представлено на рисунке 1.



**Рис. 1. Интеграция математики и специальных дисциплин горного дела и прикладной геологии**

Рассмотрим особенности организации процесса обучения математике, способствующего формированию компонентов критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов с применением прикладных задач горно-геологического профиля на примере изучения одного из базовых разделов в содержании дисциплины «Математика», применяющегося при описании многих процессов действительности, – «Дифференциальные

уравнения».

Опишем последовательность изучения темы «Основные понятия дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения первого порядка» в соответствии с введенными нами этапами формирования критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике. Описание указанных этапов при изучении выбранной темы приведено в таблице 2.

Таблица 2

**Этапы формирования компонентов критического мышления при изучении темы «Основные понятия дифференциальных уравнений. Уравнения первого порядка»**

Этапы	Цель	Компоненты			
		Когнитивно-информационный	Мотивационно-потребностный	Поисково-деятельностный	Рефлексивно-оценочный
Подготовительный	Развитие потребности в применении показателей критического мышления (по Блуму) в процессе обучения математике на основе изучения текущего учебного материала	Воспроизведение уже имеющихся знаний по данной теме (производная, дифференциал функции), формирование ассоциативного ряда, постановка вопросов, на которые хочется найти ответы	Для формирования у студентов потребности в работе с новой информацией, пробуждения интереса к изучению теоретического материала на лекционном занятии обосновывается важность умения решать дифференциальные уравнения при изучении многих физических явлений	Вызов «на поверхность» имеющихся знаний для использования критического мышления при нахождении математической модели предложенной задачи. В результате реализации данного компонента у студентов возникает необходимость в поиске, отборе и применении математического аппарата для записи дифференциального уравнения описываемого процесса	Для определения основного способа решения дифференциальных уравнений студенты с помощью преподавателя анализируют информацию, соотносят новую информацию с уже имеющимися знаниями, проводят аналогии, делают выводы

Профессионально-прикладной	Введение элементов, связанных с профессиональной деятельностью студентов, с прикладным применением производных для написания дифференциальных уравнений описываемых процессов	Студенты на лекции совместно с преподавателем при помощи ассоциативного ряда определяют основную метод решения дифференциальных уравнений первого порядка с разделяющимися переменными	Студенты рассматривают применение производной к составлению и последующему решению дифференциальных уравнений в прикладных задачах горно-геологического профиля	Студенты совместно с преподавателем записывают инструкцию по составлению дифференциальных уравнений с приведением примеров зависимых и независимых величин из прикладной области, определяют последовательность работы с математическим аппаратом	Студенты понимают, в чем заключается их деятельность, могут с помощью преподавателя провести отбор правил из специальных дисциплин горного дела и геологии, используемых в задаче, записать выбранные правила в виде математических формул
Технологический	Непосредственное решение прикладных задач горно-геологического профиля с использованием дифференциальных уравнений	Студенты осознают внутреннюю готовность применять критическое мышление при решении предложенной прикладной задачи горно-геологического профиля	При решении прикладной задачи горно-геологического профиля студенты самостоятельно определяют тип дифференциального уравнения, которое получается в результате формализации математической модели задачи. Происходит формирование знания как целостной системы, научного мировоззрения	При решении задачи студенты самостоятельно проводят исследование, направленное на всесторонний анализ условий задачи, при котором происходят отбор и обозначение тех величин, которые встречаются в задаче, выбор независимой переменной, выражение изменяющихся введенных величин через независимую переменную для построения математической модели задачи	Студенты без помощи преподавателя интерпретируют и оценивают полученные результаты решения задачи, формулируют выводы

Приведем примеры прикладных задач горно-геологического профиля, предлагаемых нами при изучении темы «Основные понятия дифференциальных уравнений. Уравнения первого порядка».

**Задача 1.** За 100 дней распалось  $N\%$  первоначального количества радиоактивного вещества. Через какое время останется 50% от первоначального количества?

**Задача 2.** В исследованном куске горной породы содержится 100 мг урана и 14 мг уранового свинца. Известно, что уран распадается наполовину за  $4,5 \times 10^9$  лет и что при полном распаде 238 г урана образуется 206 г уранового свинца. Определить возраст горной породы. Считать, что в момент образования горная порода не содержала свинца, и пренебречь наличием промежуточных радиоактивных продуктов между ураном и свинцом (так как они распадаются намного быстрее урана).

**Задача 3** (задача из теоретической механики). Кусок рудной массы  $m$  падает в рудоспуск. Требуется установить, по какому закону изменяется путь, проходимый куском рудной массы.

**Задача 4.** Рассмотрим вентиляцию за-

боя объемом  $V$  ( $\text{м}^3$ ), в котором в процессе проведения горных работ накапливаются вредные газообразные выделения в количестве  $Z$  в час. Пусть обмен воздуха в течение 1 часа составляет  $M$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), причем приточный воздух содержит вредные вещества в концентрации  $\mu$  на 1  $\text{м}^3$ . Требуется найти концентрацию  $Z$  (на 1  $\text{м}^3$ ) вредных выделений в забое через время  $t$  после начала работы, если начальное значение этой концентрации (остаток загрязнений от предыдущей смены) составляет  $Z_0$ .

Важным элементом формирования компонентов критического мышления является фиксация студентами затруднений, возникающих в ходе решения прикладных задач горно-геологического профиля. Обучающиеся должны осознавать этап перехода, преодоления от момента непонимания к пониманию, то есть происходит рефлексия собственной деятельности.

В нашем исследовании после решения задач предлагается заполнить карту самоанализа. В ней студенты выделяют те позиции, которые вызвали затруднения в процессе решения.

Для запуска процесса рефлексии сту-

денты могут сами себе задавать вопросы: «Что именно мне кажется неясным в тексте задачи?», «Как я могу понять, какие знания для решения задачи у меня есть, а какие нужно еще узнать?», «Почему именно этот способ решения я выбрал?», «На правильном ли я пути?», «Что я хочу получить в итоге?» В конце решения задачи рефлексивные вопросы становятся еще актуальнее: «Правильно ли я выявил проблему?», «Смог ли я достичь поставленных целей? Если нет, какие данные пропустил?»; «Какие трудности при решении задачи возникли? Из-за чего это произошло? Что нужно сделать, чтобы их преодолеть и они не возникали больше в аналогичных ситуациях?» [5].

Итак, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что успешное формирование компонентов критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике предполагает:

- использование на лекционных и практических занятиях материала, показывающего связь математики со специальными дисциплинами горного дела и геологии;
- включение в учебный процесс прикладных задач горно-геологического профиля;
- применение карт самоанализа.

Методика формирования компонентов критического мышления была апробирована при обучении студентов, обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело<sup>1</sup> и 21.05.02 Прикладная геология<sup>2</sup> в ФГБОУ ВО

<sup>1</sup> Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело: Приказ от 12 августа 2020 г. № 987.

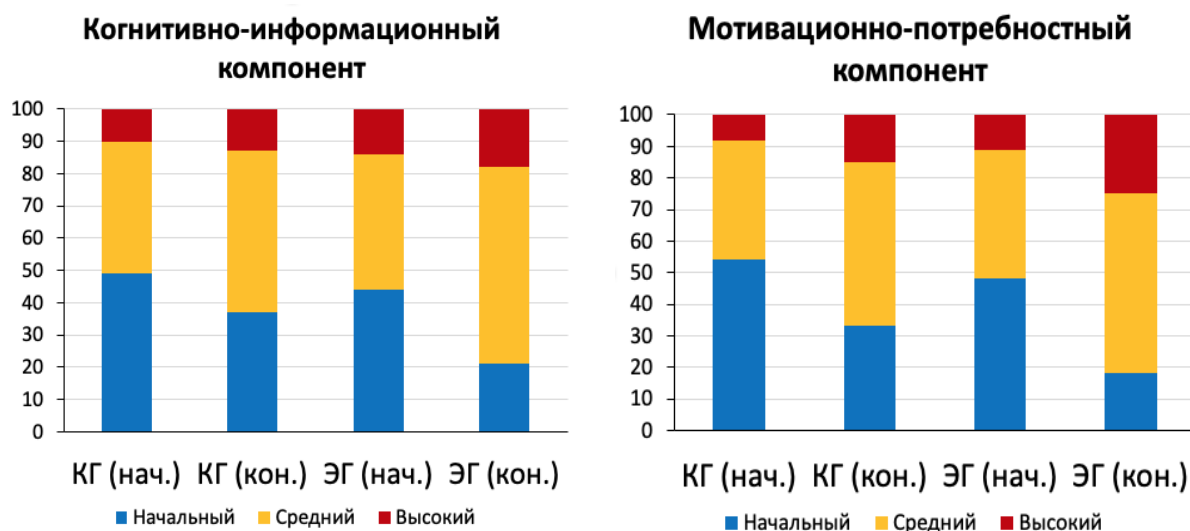
<sup>2</sup> Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 21.05.02 Прикладная геология: Приказ от 12 августа 2020 г. № 953.

«Уральский государственный горный университет» (г. Екатеринбург).

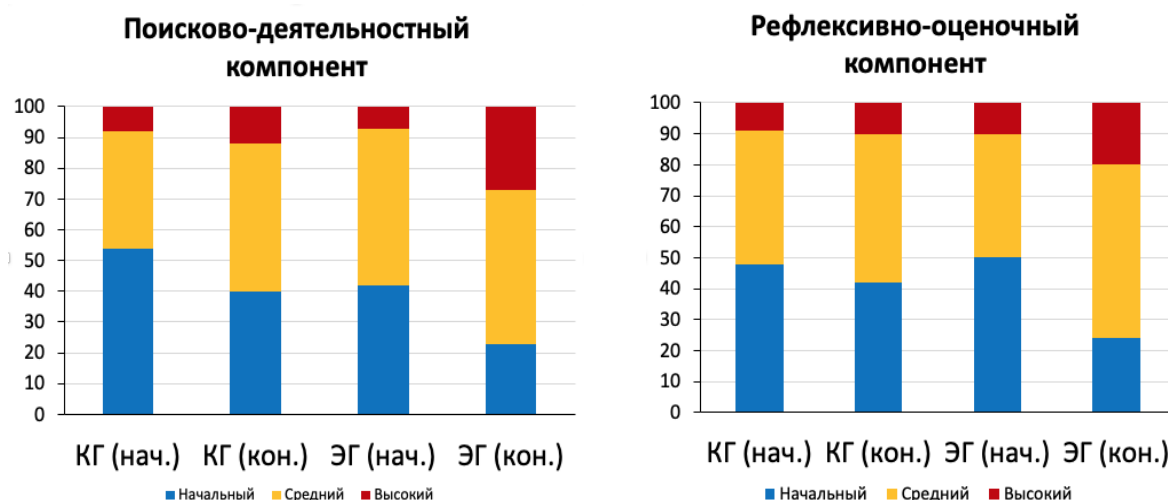
В эксперименте участвовали две группы – контрольная (обучение осуществлялось традиционным образом) и экспериментальная (обучение по разработанной методике).

Для диагностики сформированности когнитивно-информационного компонента использовались авторские тесты. Для определения уровня сформированности мотивационно-потребностного компонента использовалась методика диагностики потребности в получении результата и нахождении способа его решения (адаптированная по опроснику А. А. Реан «Мотивация успеха и боязнь неудач» [9]). Уровень развития поисково-деятельностного компонента определялся с помощью исследования введенных показателей, основанных на выявлении математических знаний (по Блуму [29]). При первоначальной диагностике указанные показатели исследовались с помощью контрольной работы, задания которой отвечали школьной программе обучения. Задачи, используемые в итоговой диагностике, соответствовали текущим разделам дисциплины «Математика». Для диагностики сформированности рефлексивно-оценочного компонента использовались методика, предложенная А. В. Карповым [11], а также анализ решения студентами математических задач, прикладных задач горно-геологического профиля, кейсов, карт самоанализа, самооценки.

Сравнение уровней сформированности компонентов критического мышления в контрольной и экспериментальной группах в начале и конце эксперимента приведено на рисунке 2.







**Рис. 2. Сравнение уровней сформированности компонентов критического мышления в группах в начале и конце эксперимента в (%)**

По результатам обработки полученных данных можно сделать вывод, что в экспериментальной группе произошло значительное изменение в сформированности каждого из компонентов критического мышления студентов, что свидетельствует

об эффективности использования внедренной нами методики и повышении качества подготовки студентов горного вуза при использовании интеграции математики и специальных дисциплин горного дела и геологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Аммосова, М. С. Профессиональная направленность обучения математике студентов горных факультетов вузов как средство формирования их математической компетентности : дис. ... канд. пед. наук / Аммосова М. С. – Красноярск, 2009. – 180 с.
- Варлакова, М. Л. Развитие критического мышления учащихся в процессе обучения физике : дис. ... канд. пед. наук / Варлакова М. Л. – Курган, 2016. – 162 с.
- Воронина, Л. В. Кейс-задачи как средство формирования критического мышления у будущих горных инженеров в процессе обучения математике / Л. В. Воронина, Т. С. Озерова // Информационно-коммуникационные технологии в педагогическом образовании. – 2021. – № 4 (73). – С. 69-76.
- Воронина, Л. В. Модель формирования критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике / Л. В. Воронина, Т. С. Озерова // Педагогическое образование в России. – 2021. – № 5. – С. 67-78. – DOI: 10.26170/2079-8717\_2021\_05\_08.
- Гордиенко, О. В. Креативный подход к развитию лингвометодического мышления студента-физиолога : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Гордиенко Оксана Викторовна. – М., 2019. – 472 с.
- Журавлева, Е. Г. Задачи как средство формирования умений критически мыслить у студентов математических специальностей педвузов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Журавлева Е. Г. – Саранск, 2008. – 19 с.
- Загашев, И. О. Учим детей мыслить критически / И. О. Загашев, С. И. Заир-Бек, И. В. Муштавинская. – Издание 2-е. – СПб. : Альянс Дельта ; Речь, 2003. – 192 с.
- Зубова, Е. А. Формирование творческой активности будущих инженеров в процессе обучения математике на основе исследования и решения профессионально ориентированных задач : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Зубова Е. А. – Ярославль, 2009. – 22 с.
- Ильин, Е. П. Мотивация и мотивы / Е. П. Ильин. – СПб. : Питер, 2000.
- Информационные технологии в обучении в техническом вузе : монография / Л. С. Сагателова, А. Е. Годенко, И. Э. Симонова [и др.] ; под общ. ред. Л. С. Сагателовой ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2019. – 76 с.
- Карпов, А. В. Рефлексивность как психологическое свойство и методика его диагностики / А. В. Карпов // Психологический журнал. – 2003. – Т. 24, № 5. – С. 45-57.
- Карпова, В. И. Прикладная направленность преподавания математики в военно-инженерном вузе как средство формирования системности научных взглядов : дис. ... канд. пед. наук / Карпова В. И. – Пермь, 1999. – 155 с.
- Клустер, Д. Что такое критическое мышление / Д. Клустер // Русский язык. – 2002. – № 29. – С. 23-26.
- Коробова, Н. Ю. Модульно-рейтинговая система обучения высшей математике в вузе (на примере специальности «Геология и месторождение полезных ископаемых») : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Коробова Н. Ю. – Новосибирск, 2000. – 229 с.
- Критическое мышление преподавателя и студента / Л. Н. Макарова, А. В. Королева, И. А. Шаршов, И. В. Косенкова. – Тамбов : Изд. дом ТГУ им. Г. Р. Державина, 2015. – 308 с.
- Левитин, Д. Путеводитель по лжи. Критическое мышление в эпоху постправды / Д. Левитин. – М. : Манн, 2018. – 272 с.

17. Логинова, В. В. Методика обучения математике будущих менеджеров с эффектом развития организационно-управленческих компетенций : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Логинова В. В. – Пермь, 2017. – 251 с.
18. Мечик, С. В. Профессиональная ориентация будущих инженеров нефтеперерабатывающей промышленности в процессе обучения математике : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Мечик С. В. – Екатеринбург, 2019. – 178 с.
19. Нечитайлова, Е. В. Интеграция медиатекстов Интернета и технологии развития критического мышления в современный урок химии : дис. ... канд. пед. наук / Нечитайлова Е. В. – М., 2019. – 145 с.
20. Одегов, Ю. Г. Мотивация персонала : учебное пособие. Практические задания (практикум) / Ю. Г. Одегов, Г. Г. Руденко, С. Н. Апенько, А. И. Мерко. – М. : Издательство «Альфа-Пресс», 2010. – 640 с.
21. Петров, В. Л. Проектирование федеральных государственных образовательных стандартов подготовки горных инженеров / В. Л. Петров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № 9. – С. 5-18.
22. Пирютко, О. Н. Практико-ориентированные задачи как средство формирования метапредметных компетенций / О. Н. Пирютко // Международная научно-практическая интернет-конференция «Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе». – Москва, 2019. – С. 383-385.
23. Прокопенко, Н. А. Методика обучения математике будущих инженеров на основе интегративного подхода : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Прокопенко Н. А. – Донецк, 2019. – 376 с.
24. Скоробогатова, Н. В. Наглядное моделирование профессионально-ориентированных задач в обучении математике студентов инженерных специальностей : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Скоробогатова Н. В. – Ярославль, 2006. – 26 с.
25. Столбникова, Е. А. Развитие критического мышления студентов педагогического вуза в процессе медиаобразования : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Столбникова Е. А. – Ростов-на-Дону, 2005. – 25 с.
26. Тулысанова, Н. Ю. Развитие критического мышления студентов в процессе обучения иностранному языку : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Тулысанова Н. Ю. – Якутск, 2010. – 22 с.
27. Федотова (Бова), Т. И. Профессионально-ориентированные задачи как содержательный компонент математической подготовки студентов технического вуза в условиях уровневой дифференциации : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Федотова (Бова) Т. И. – Красноярск, 2009. – 24 с.
28. Шапиро, И. М. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики / И. М. Шапиро. – М. : Просвещение, 1990. – 96 с.
29. Bloom, B. S. (Ed.). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. – New York : Longman, 1956.
30. Paul, R. The Critical Thinking Reading and Writing Test Publisher: Foundation for Thinking / R. Paul, L. Elder. – 2006. – 68 p.

## REFERENCES

1. Ammosova, M. S. (2009). *Professional'naya napravlennost' obucheniya matematike studentov gornykh fakul'tetov vuzov kak sredstvo formirovaniya ikh matematicheskoi kompetentnosti* [Professional Orientation of Teaching Mathematics to Students of Mining Faculties of Universities as a Means of Forming Their Mathematical Competence]. Dis. ... kand. ped. nauk. Krasnoyarsk. 180 p.
2. Varlakova, M. L. (2016). *Razvitie kriticheskogo myshleniya uchaschchikhsya v protsesse obucheniya fizike* [Development of Critical Thinking of Students in the Process of Teaching Physics]. Dis. ... kand. ped. nauk. Kurgan. 162 p.
3. Voronina, L. V., Ozerova, T. S. (2021). *Keis-zadachi kak sredstvo formirovaniya kriticheskogo myshleniya u budushchikh gornykh inzhenerov v protsesse obucheniya matematike* [Case Problems as a Means of Forming Critical Thinking among Future Mining Engineers in the Process of Teaching Mathematics]. In *Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii v pedagogicheskom obrazovanii*. No. 4 (73), pp. 69-76.
4. Voronina, L. V., Ozerova, T. S. (2021). *Model' formirovaniya kriticheskogo myshleniya budushchikh gornykh inzhenerov i inzhenerov-geologov v protsesse obucheniya matematike* [Model of Formation of Critical Thinking of Future Mining Engineers and Geologists in the Process of Teaching Mathematics]. In *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. No. 5, pp. 67-78. DOI: 10.26170/2079-8717\_2021\_05\_08.
5. Gordienko, O. V. (2019). *Kreativnyi podkhod k razvitiyu lingvometodicheskogo myshleniya studenta-fiziologa* [Creative Approach to the Development of Linguometodic Thinking of A Physiologist Student]. Dis. ... d-ra ped. nauk. Moscow. 472 p.
6. Zhuravleva, E. G. (2008). *Zadachi kak sredstvo formirovaniya umenii kriticheski myslit' u studentov matematicheskikh spetsial'nostei pedvuzov* [Tasks as a Means of Forming Critical Thinking Skills among Students of Mathematical Specialties of Pedagogical Universities]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Saransk. 19 p.
7. Zagashev, I. O., Zair-Bek, S. I., Mushtavinskaya, I. V. (2003). *Uchim detei myslit' kriticheski* [We Teach Children to Think Critically]. 2<sup>nd</sup> edition. Saint Petersburg, Al'yans Del'ta, Rech'. 192 p.
8. Zubova, E. A. (2009). *Formirovanie tvorcheskoi aktivnosti budushchikh inzhenerov v protsesse obucheniya matematike na osnove issledovaniya i resheniya professional'no orientirovannykh zadach* [Formation of Creative Activity of Future Engineers in the Process of Teaching Mathematics on the Basis of Research and Solving Professionally Oriented Tasks]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Yaroslavl. 22 p.
9. Ilyin, E. P. (2000). *Motivatsiya i motivy* [Motivation and Motives]. Saint Petersburg, Piter.
10. Sagatelova, L. S., Godenko, A. E., Simonova, I. E., et al. (2019). *Informatsionnye tekhnologii v obuchenii v tekhnicheskome vuze* [Information Technologies in Training at a Technical University] / ed. by L. S. Sagatelova. Volgograd. 76 p.

11. Karpov, A. V. (2003). Refleksivnost' kak psikhologicheskoe svoistvo i metodika ego diagnostiki [Reflexivity as a Psychological Property and the Methodology of Its Diagnosis]. In *Psikhologicheskii zhurnal*. Vol. 24. No. 5, pp. 45-57.
12. Karpova, V. I. (1999). *Prikladnaya napravlennost' prepodavaniya matematiki v voenno-inzhenernom vuze kak sredstvo formirovaniya sistemnosti nauchnykh vzglyadov* [Applied Orientation of Teaching Mathematics in a Military Engineering University as a Means of Forming Systematic Scientific Views]. Dis. ... kand. ped. nauk. Perm. 155 p.
13. Kluster, D. (2002). Chto takoe kriticheskoe myshlenie [What is Critical Thinking]. In *Russkii yazyk*. No. 29, pp. 23-26.
14. Korobova, N. Y. (2000). *Modul'no-reitingovaya sistema obucheniya vysshei matematike v vuze (na primere spetsial'nosti «Geologiya i mestorozhdenie poleznykh iskopaemykh»)* [Modular-Rating System of Teaching Higher Mathematics at a University (on the Example of the Specialty "Geology and Mineral Deposits")]. Dis. ... kand. ped. nauk. Novosibirsk. 229 p.
15. Makarova, L. N., Korolyova, A. V., Sharshov, I. A., Kosenkova, I. V. (2015). *Kriticheskoe myshlenie prepodavatelya i studenta* [Critical Thinking of a Teacher and a Student]. Tambov, Izdatel'skii dom TGU im. G. R. Derzhavina. 308 p.
16. Levitin, D. (2018). *Putevoditel' po lzhi. Kriticheskoe myshlenie v epokhu postpravdy* [A Guide to Lies. Critical Thinking in the Post-Truth Era]. Moscow, Mann. 272 p.
17. Loginova, V. V. (2017). *Metodika obucheniya matematike budushchikh menedzherov s efektom razvitiya organizatsionno-upravlencheskikh kompetentsii* [Methods of Teaching Mathematics to Future Managers with the Effectiveness of the Development of Organizational and Managerial Competencies]. Dis. ... kand. ped. nauk. Perm. 251 p.
18. Mechik, S. V. (2019). *Professional'naya orientatsiya budushchikh inzhenerov neftepererabatyvayushchei promyshlennosti v protsesse obucheniya matematike* [Professional Orientation of Future Engineers of the Oil Refining Industry in the Process of Teaching Mathematics]. Dis. ... kand. ped. nauk. Ekaterinburg. 178 p.
19. Nechitailova, E. V. (2019). *Integratsiya mediatekstv Interneta i tekhnologii razvitiya kriticheskogo myshleniya v sovremennyyi urok khimii* [Integration of Media Texts of the Internet and Technology for the Development of Critical Thinking in a Modern Chemistry Lesson]. Dis. ... kand. ped. nauk. Moscow. 145 p.
20. Odegov, Yu. G., Rudenko, G. G., Abanico, S. N., Merko, A. I. (2010). *Motivatsiya personala* [Motivation]. Moscow, Izdatel'stvo «Al'fa-Press». 640 p.
21. Petrov, V. L. (2008). *Proektirovanie federal'nykh gosudarstvennykh obrazovatel'nykh standartov podgotovki gornyykh inzhenerov* [Designing Federal State Educational Standards for the Training of Mining Engineers]. In *Gornyy informatsionno-analiticheskii byulleten'*. No. 9, pp. 5-18.
22. Piryutko, O. N. (2019). *Praktiko-orientirovannyye zadachi kak sredstvo formirovaniya metapredmetnykh kompetentsii* [Practice-Oriented Tasks as a Means of Forming Meta-Subject Competencies]. In *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya «Aktual'nye problemy metodiki obucheniya informatike i matematike v sovremennoi shkole»*. Moscow, pp. 383-385.
23. Prokopenko, N. A. (2019). *Metodika obucheniya matematike budushchikh inzhenerov na osnove integrativnogo podkhoda* [Methods of Teaching Mathematics to Future Engineers Based on an Integrative Approach]. Dis. ... kand. ped. nauk. Donetsk. 376 p.
24. Skorobogatova, N. V. (2006). *Naglyadnoe modelirovanie professional'no-orientirovannykh zadach v obuchenii matematike studentov inzhenernykh spetsial'nostei* [Visual Modeling of Professionally-Oriented Tasks in Teaching Mathematics to Engineering Students]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Yaroslavl. 26 p.
25. Stolbnikova, E. A. (2005). *Razvitie kriticheskogo myshleniya studentov pedagogicheskogo vuza v protsesse mediaobrazovaniya* [Development of Critical Thinking of Pedagogical University Students in the Process of Media Education]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Rostov-on-Don. 25 p.
26. Tulyanova, N. Y. (2010). *Razvitie kriticheskogo myshleniya studentov v protsesse obucheniya inostrannomu yazyku* [Development of Critical Thinking of Students in the Process of Learning a Foreign Language]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Yakutsk. 22 p.
27. Fedotova (Bova), T. I. (2009). *Professional'no-orientirovannyye zadachi kak sodержatel'nyi komponent matematicheskoi podgotovki studentov tekhnicheskogo vuza v usloviyakh urovnevoi differentsiatsii* [Professionally-Oriented Tasks as a Supporting Component of Mathematical Training of Technical University Students in Conditions of Level Differentiation]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Krasnoyarsk. 24 p.
28. Shapiro, I. M. (1990). *Ispol'zovanie zadach s prakticheskim sodержaniem v prepodavanii matematiki* [The Use of Problems with Practical Content in Teaching Mathematics]. Moscow, Prosveshchenie. 96 p.
29. Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals: Handbook I, Cognitive Domain*. New York, Longman.
30. Paul, R., Elder, L. (2006). *The Critical Thinking Reading and Writing Test Publisher: Foundation for Thinking*. 68 p.