

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 378.147:378.016:51
ББК Жр+В1р

DOI 10.26170/2079-8717_2021_05_08
ГРНТИ 14.35.09

Код ВАК 13.00.08 (5.8.7)

Воронина Людмила Валентиновна,

доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и методики обучения естествознанию, математике и информатике в период детства, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: L.V.Voronina@mail.ru

Озерова Тамара Сергеевна,

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

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ БУДУЩИХ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ И ИНЖЕНЕРОВ-ГЕОЛОГОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: критическое мышление; формирование критического мышления; диагностика критического мышления; подготовка специалистов; студенты; горные вузы; инженеры-геологи; математика; методика преподавания математики; методика математики в вузе; структурно-функциональная модель.

АННОТАЦИЯ. В данной статье рассматривается процесс формирования критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике. Целью работы является разработка и научное обоснование модели обучения математике, использование которой обеспечит готовность применять навыки критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в их профессиональной деятельности. В исследовании используются следующие научные методы: эксперимент, изучение и анализ психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования, систематизация, сравнение, обобщение. В статье представлены результаты констатирующего эксперимента, целью которого было изучение уровней сформированности показателей критического мышления студентов первого курса Уральского государственного горного университета. На основе результатов эксперимента авторами предлагается модель формирования критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике, которая состоит из нормативно-целевого, методологического, технологического и оценочно-результативного блоков. Выделены компоненты критического мышления (когнитивно-информационный, мотивационно-потребностный, поисково-деятельностный и рефлексивно-оценочный). Авторы рассматривают возможность формирования критического мышления студентов горного вуза через развитие профессионально значимых приемов умственной деятельности, таких как умение оценивать истинность полученной информации, умение ее анализировать, делать верные выводы, принимать правильные решения. На основании этого в качестве методов формирования критического мышления выбраны: проблемный метод, кейс-метод и метод математического моделирования, в качестве средств: профессионально-ориентированные и прикладные задачи, написание эссе. Для оценки результативности формирования критического мышления авторы предлагают следующие показатели: полнота и прочность овладения навыками критического мышления; потребность в развитии прогностических умений, умений выдвигать гипотезы, находить альтернативные решения проблемной ситуации (задачи); умение применять навыки критического мышления при решении математических задач профессионального характера; готовность к самоанализу, самооценке, самокоррекции.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Воронина, Л. В. Модель формирования критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике / Л. В. Воронина, Т. С. Озерова. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2021. – № 5. – С. 67-78. – DOI: 10.26170/2079-8717_2021_05_08.

Voronina Ludmila Valentinovna,

Doctor of Pedagogy, Professor, Head of Department of Theory and Methods of Teaching Natural Science, Mathematics and Computer Science in Childhood, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

Ozerova Tamara Sergeevna,

Senior Lecturer, Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia

MODEL FOR FORMING THE CRITICAL THINKING OF FUTURE MINING ENGINEERS AND GEOLOGICAL ENGINEERS IN THE PROCESS OF LEARNING MATHEMATICS

KEYWORDS: critical thinking; the formation of critical thinking; diagnostics of critical thinking; training of specialists; students; mining universities; geological engineers; maths; methods of teaching mathematics; methodology of mathematics at the university; structural and functional model.

ABSTRACT. This article examines the process of forming critical thinking of future mining engineers and geological engineers in the process of teaching mathematics. The aim of the work is to develop and scientifically substantiate a model of teaching mathematics, the use of which will ensure the readiness to apply the skills of critical thinking of future mining engineers and geological engineers in their professional activities. The research uses the following scientific methods: experiment, study and analysis of psychological, pedagogical and methodological literature on the research problem, systematization, comparison, generalization. The article presents the results of the ascertaining experiment, the purpose of which was to study the levels of formation of indicators of critical thinking of first-year students of Ural State Mining University. Based on the results of the experiment, the authors propose a model for the formation of critical thinking of future mining engineers and geological engineers in the process of teaching mathematics, which consists of normative-target, methodological and evaluative-productive blocks. The components of critical thinking (cognitive-informational, motivational-need-based, search-activity and reflexive-evaluative) are highlighted. The authors consider the possibility of forming critical thinking of students of a mining university through the development of professionally significant methods of mental activity, such as the ability to assess the truth of the information received, the ability to analyze it, draw the right conclusions, and make the right decisions. Based on this, as methods of forming critical thinking, the following were selected: problem method, case method and method of mathematical modeling, as means: professionally oriented and applied tasks, writing essays. To assess the effectiveness of the formation of critical thinking, the authors propose the following indicators: completeness and strength of mastering critical thinking skills; the need to develop predictive skills, the ability to put forward hypotheses, find alternative solutions to a problem situation (task); the ability to apply the skills of critical thinking when solving mathematical problems of a professional nature; readiness for introspection, self-assessment, self-correction.

FOR CITATION: Voronina, L. V., Ozerova, T. S. (2021). Model for Forming the Critical Thinking of Future Mining Engineers and Geological Engineers in the Process of Learning Mathematics. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 5, pp. 67-78. DOI: 10.26170/2079-8717_2021_05_08.

Введение. Актуальность исследования. Современные предприятия горной промышленности ведут дорогостоящие разработки месторождений полезных ископаемых с помощью использования в своем производстве сложного, высокотехнологического отечественного и импортного оборудования. Большая часть предприятий относится к опасным производственным объектам. Все это приводит к росту требований к качеству выпускников горных вузов, подготовка которых не сводится только к получению знаний, умений и навыков. Необходимо развивать умения быстро находить выход из проблемных ситуаций, связанных с проведением анализа, оценки информации, использованием операций сравнения, аналогии, обобщения, с умением анализировать, делать верные выводы, принимать верные решения. Все это возможно при наличии у будущих горняков критического мышления.

Мы проанализировали диссертационные работы, посвященные формированию критического мышления у студентов вузов и особенностям обучения математике студентов горных вузов. Получили следующие результаты.

Формированием критического мышления студентов вузов занимались А. Р. Ефёрова [8], Е. Г. Журавлева [9], И. А. Мороченкова [16], Е. А. Столбникова [22]. На основании анализа диссертаций и приведенных в них определений понятия «критическое мышление» можно сделать вывод, что основные компоненты критического мышления базируются на всестороннем критическом анализе проблемной ситуации; владении основными формами логического

мышления (понятие, суждение, умозаключение); сформированности интеллектуальных свойств (аналитичность, гибкость, глубина, осознанность); оценке результатов и процесса мыслительной деятельности с помощью рефлексии.

Реализацией профессиональной направленности в процессе обучения математике студентов горных вузов занимались такие исследователи, как М. С. Аммосова [1], Е. А. Зубова [11], Н. Ю. Коробова [13], Н. А. Прокопенко [20], Н. В. Скоробогатова [21], М. С. Хозяинова [23]. Авторы отмечают, что обучение математике должно происходить с опорой на профессиональную подготовку студентов, то есть нужно показать, как в процессе решения задач можно применять математический аппарат для изучения дисциплин профессионального цикла.

Обобщая вышесказанное, мы ввели свое определение понятия «критическое мышление» в контексте его формирования при изучении дисциплины «Математика», которое происходит (в основном) в процессе решения задач.

В рамках нашего исследования мы определяем *критическое мышление* как «один из видов интеллектуальной деятельности, сложный мыслительный процесс, позволяющий осуществлять оценочно-рефлексивную деятельность, направленную на оптимальное решение проблемной ситуации (задачи) при ее всестороннем критическом анализе с помощью знаний, опирающихся на субъективный опыт, и с помощью аргументированного обоснования истинности выдвигаемых гипотез, построенных на законах логики, для последующей всесторонней оценки последствий возможных решений» [4].

Мы убеждены, что формирование критического мышления повышает в том числе и качество математической подготовки будущих горных инженеров и инженеров-геологов.

На основании анализа диссертационных работ [1; 8; 9; 11; 13; 16; 20–23] приходим к выводу: несмотря на разнообразие исследований способов формирования критического мышления у студентов вузов и исследований, посвященных усилению профессиональной направленности студентов горных вузов при обучении математике, в них не нашла отражения проблема формирования критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике.

Постановка задачи. Задача исследования заключается в обосновании возможности формирования критического мышления у будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе изучения дисциплины «Математика» с целью применения его в будущей профессиональной деятельности.

Вопросы исследования. Для решения данной задачи мы считаем целесообразным рассмотреть следующие вопросы:

1) определить уровни сформированности показателей критического мышления у студентов первого курса Уральского государственного горного университета (УГГУ) (на основании входной контрольной, соответствующей школьному курсу обучения);

2) теоретически вывести комплекс педагогических условий для формирования критического мышления у будущих горных инженеров и инженеров-геологов;

3) выявить и обосновать методы, формы и средства формирования критического мышления у будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике.

Цель исследования. Целью исследования является разработка модели обучения математике, использование которой обеспечит готовность применять навыки критического мышления у будущих горных инженеров и инженеров-геологов в их профессиональной деятельности.

Методы исследования. В работе использовались следующие методы: эксперимент, изучение и анализ психолого-педагогической и методической литературы по проблеме исследования, систематизация, сравнение, обобщение.

Результаты исследования. Для выявления уровней сформированности показателей критического мышления нами было проведено исследование, в котором приняли участие 90 студентов первого курса горномеханического и горно-технологического факультетов УГГУ. Входная контрольная работа состояла из 6 заданий, соответствующих школьному курсу обучения. Время, отведенное на ее решение, составило 45 минут.

Ниже приведен вариант контрольной работы.

Показатель 1: «Знание»
1. Вычислить: а) $(\frac{2}{3} + \frac{1}{2}) : (\frac{1}{3} + \frac{5}{6})$; б) $27^{-\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{0,04}$; в) $(\frac{1}{4})^{-2} \cdot \log_3 \frac{1}{9}$
Показатель 2: «Понимание»
2. Даны числа: $-\sqrt{15}$; $-\sqrt{7}$; -3 ; 0 ; $\sqrt{6}$; 3 . Из указанного множества найдите наименьшее по модулю число. В ответ напишите квадрат выбранного числа.
Показатель 3: «Применение»
3. В треугольнике ABC угол C равен 90° , $AC=BC$, $AB=8\sqrt{2}$ см. Найти площадь треугольника ABC.
Показатель 4: «Анализ»
4. Найти значение выражения: $\frac{3\sqrt{x^2 - 6x + 9}}{x - 3} - \frac{5\sqrt{x^2 - 16x + 64}}{8 - x} + \frac{\sqrt{40x - 4x^2 - 96}}{\sqrt{10x - x^2 - 24}}$
Показатель 5: «Обобщение»
5. Сумма двух целых чисел равна 27. Найдите эти числа, если известно, что их произведение принимает наибольшее значение.
Показатель 6: «Оценка»
6. Решить неравенство: $\frac{x}{x+3} \leq \frac{2}{x+1}$. В ответе указать наибольшее отрицательное решение неравенства.

В основе диагностики уровней сформированности показателей критического мышления находится классификация мыслительных процессов от элементарного

воспроизведения фактов до процесса анализа и оценки, разработанная Б. Блумом [27] (адаптированная для дисциплины «Математика»), представленная в таблице.

**Показатели критического мышления и их характеристики
(адаптированные для дисциплины «Математика»)**

Показатели КМ	Характеристики показателей КМ
1. Знание (способность воспроизвести или запомнить факты)	– активизация необходимого для решения задачи собственного опыта (понятия, свойства, теоремы, методы решения из предлагаемой темы).
2. Понимание (способность понимать и интерпретировать освоенную информацию)	– критический анализ ситуации (задачи); – умение добывать и сортировать информацию.
3. Применение (способность использовать изученный материал)	– решение математической задачи известными способами.
4. Анализ (способность разбивать информацию на составляющие, искать взаимосвязи)	– анализ собственных действий (правильные или неправильные); – анализ и сравнение итоговых результатов с поставленной целью.
5. Обобщение (способность соединять части в целое)	– умение обобщать полученные результаты; – умение выбирать оптимальное решение.
6. Оценка (способность судить о ценности материала для данной конкретной цели)	– оценка эффективности, надежности фактов, гипотез; – оценка полученного результата; – контроль собственных действий.

Мы оценивали каждый показатель критического мышления в отдельности. Для этого была введена следующая шкала: 0–49% – неудовлетворительно; 50–74% – удовлетворительно; 75–89% – хорошо; 90–100% – отлично.

После обработки проведенной диагностики мы получили следующие значения показателей критического мышления: знание – 86% (хороший уровень); понимание – 74% (удовлетворительный уровень); применение – 64% (удовлетворительный уровень); анализ – 55% (удовлетворительный уровень); обобщение – 50% (удовлетворительный уровень); оценка – 52% (удовлетворительный уровень).

К *начальному уровню* сформированности критического мышления мы отнесли следующие показатели: знание, понимание, применение. К *среднему уровню*: знание, понимание, применение, анализ. К *высокому уровню*: знание, понимание, применение, анализ, обобщение, оценка.

Начальный уровень сформированности критического мышления был выявлен у 45

студентов (50%); средний – у 37 студентов (41%); высокий – у 8 студентов (9%).

Результаты первичного констатирующего эксперимента показывают, что у большинства студентов к началу обучения в УГТУ сформирован невысокий уровень критического мышления.

Для исправления сложившейся ситуации следующим этапом нашей работы является построение модели формирования критического мышления у будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике. В нашем исследовании важность построения модели заключается в прогнозировании развития критического мышления студентов горных вузов. Как правило, «педагогическое моделирование позволяет выбрать известные компоненты исследования, создать их новое сочетание и контролировать функционирование связей и соотношений данных компонентов для достижения поставленной цели» [24, с. 100].

Из множества моделей нами была выбрана структурно-функциональная модель, представленная на рисунке.

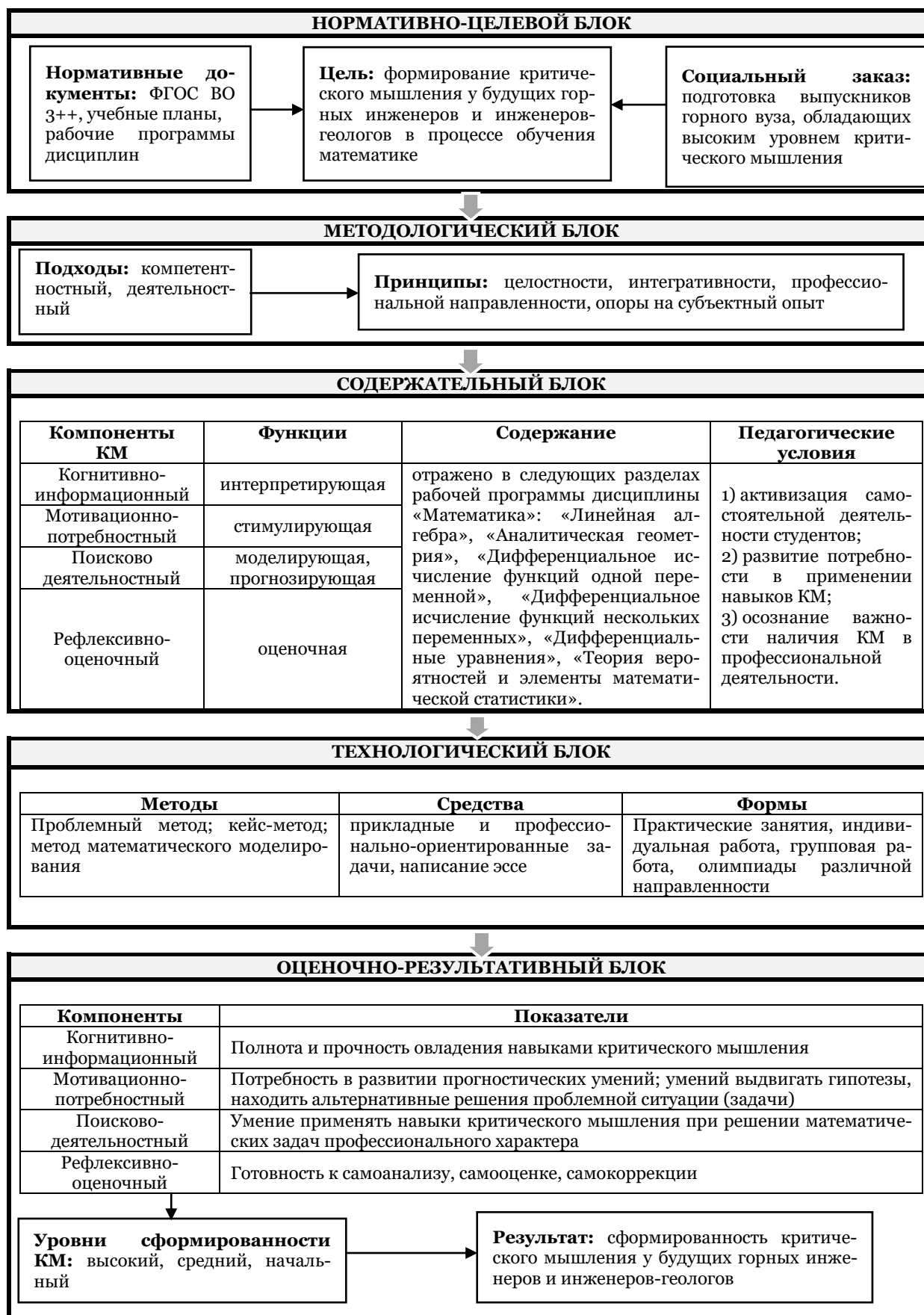


Рис. 1. Модель формирования критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике

Рассмотрим основное содержание блоков, представленных в структурно-функциональной модели формирования критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике.

1. Нормативно-целевой блок содержит требования Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО 3++), в котором первой универсальной компетенцией является: «УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач», учебные планы и рабочие программы дисциплины «Математика». Цель – формирование критического мышления будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике и удовлетворение требований работодателей, которые нуждаются в выпускниках горных вузов с высоким уровнем развития критического мышления.

2. Методологический блок модели представлен компетентностным и деятельностным подходами. Компетентностный подход основывается на практической направленности образования с помощью формирования комплекса компетенций, составляющих способность и готовность специалиста к профессиональной деятельности.

В данном подходе качество подготовки будущего горного инженера и инженера-геолога понимается как некоторый комплекс универсальных, общепрофессиональных и специальных компетенций и характеризуется на основе оценки результативности его действий, направленных на решение определенных значимых для него задач.

Современный ФГОС ВО 3++ ориентирует преподавателей вузов на формирование у студентов в первую очередь универсальных компетенций, под которыми понимается «способность человека устанавливать связи между знанием и реальной ситуацией, осуществлять принятие верного направления и вырабатывать алгоритм действий по его реализации в условиях неопределенности, являющийся основанием для других, более конкретных и предметно-ориентированных составляющих» [12, с. 8].

В нашем исследовании реализация компетентностного подхода при обучении математике достигается путем формирования у студентов УК-1 (Системное и критическое мышление). УК-1 относится к группе универсальных компетенций для трудового и мобильного поведения на рынке труда. Как известно, для формирования любой компетенции нужен опыт участия в соответствующей деятельности [12, с. 6]. Поэтому следующий подход в нашем исследовании – деятель-

ностный. Мы рассматриваем математику как инструмент для получения нового знания через познавательную деятельность. Указанная деятельность связана с решением задач и заключается в описании переменных, от которых зависит решение; в анализе условий, которым должно удовлетворять решение; записи задачи в виде математической модели и ее решении. Вместе с тем студенты сами проводят контроль и оценку собственных действий, что является неотъемлемой частью критического мышления.

На вышеперечисленных подходах основываются *принципы отбора содержания* дисциплины «Математика», реализация которых обеспечивает эффективность формирования критического мышления в процессе обучения математике будущих горных инженеров и инженеров-геологов: целостности, интегративности, профессиональной направленности, опоры на субъектный опыт.

Принцип целостности способствует развитию таких мыслительных действий обучающихся, как сравнение, обобщение, абстрагирование. Математика – сложная, специфическая наука: язык ее обозначений достаточно формализованный, при изложении математического материала преобладает логически выстроенная точность формулировок, строгость доказательств теорем. К сожалению, у студентов часто возникают большие проблемы, связанные с ее изучением, что в дальнейшем сказывается на освоении других дисциплин – естественнонаучных, общетехнических, специальных, в которых используется математический аппарат.

Поэтому для достижения осмысленного знания, рационального применения математических методов необходимо актуализировать субъектный опыт обучающихся, связанный с изучением значимых в будущей профессиональной деятельности математических понятий; мотивировать студентов на изучение этих понятий с помощью демонстрации тех проблем производственной практики в горном деле, которые можно решить с введением данных понятий, в этом заключается использование при отборе материала принципа целостности.

На его основе студенты учатся воспринимать большое количество информации, критически ее анализировать и соединять в единое целое знание, приобретенное не только при изучении дисциплины «Математика», но и при изучении других дисциплин профессионального характера.

Также важную роль данный принцип приобретает в рамках использования компетентностного подхода. Именно данный подход, «включая в цели образования как предметные, так и универсальные знания и

умения, объединяя в себе профессионализм деятельности и профессионализм личности, интеллектуальное и социальное», рассматривает личность как единое целое, что позволяет на практике реализовать принцип целостности при подготовке конкурентоспособных специалистов [14, с. 73].

В нашем исследовании происходит формирование у студентов УК-1 (Системное и критическое мышление). Как известно, компетенция не может быть сформирована в рамках одной дисциплины «Математика», это интегративный результат нескольких (или всех учебных дисциплин), преподаваемых в вузе, поэтому нами выбран принцип интегративности.

Принцип интегративности. Интеграция математической и профессиональной подготовки будущих горных инженеров и инженеров-геологов способствует выработке навыков обоснованного принятия решений в области организации, планирования и управления горными работами путем освоения студентами методов математического моделирования для решения задач горной промышленности, для выявления надежных критериев, определяющих типы месторождений полезных ископаемых, включая условия их образования и т. п. Указанные навыки являются элементами критического мышления.

Принцип профессиональной направленности – один из ведущих принципов в современном высшем образовании, включающий профессиональную подготовку студентов к будущей трудовой деятельности.

Мы провели анализ ОПК специальностей 21.05.02 Прикладная геология [17] и 21.05.04 Горное дело [18]. Выделили те из них, которые являются значимыми для нашего исследования, и выяснили, что основой для специальной подготовки студентов горных вузов является развитие таких профессионально значимых приемов умственной деятельности, как анализ и оценка получаемой информации, что предполагает использование операций сравнения, аналогии, обобщения. Умение оценивать истинность полученной информации непосредственно связано с умением ее анализировать, делать верные выводы, принимать правильные решения.

Таким образом, универсальная компетенция УК-1 «Системное и критическое мышление» является основой для развития других компетенций (ОПК).

Реализация ее в процессе обучения математике должна предусматривать выполнение упражнений, которые имитируют будущую профессиональную деятельность студентов, способствуют ее проблемному осмыслению.

Принцип опоры на субъектный опыт. В своих исследованиях В. Н. Брюшинкин [3], И. О. Загашев [10], С. И. Заир-Бек [10] отмечают, что критическое мышление развивается путем наложения новой информации на жизненный опыт.

Под опытом мы понимаем «совокупность знаний, имеющих для человека личностное значение, на основе которых он относится к своей деятельности и поведению» [15, с. 349]. Если эти знания человек будет применять осознанно, полностью отдавать себе отчет в том, что и как он делает, тогда «опыт является результатом работы рефлексивного сознания» [15, с. 349], а рефлексия – это важная составляющая критического мышления.

Личный опыт студентов важен для обучения на всех уровнях и в любом предмете. Он является элементом критической составляющей обучения. Содержание обучения должно быть проанализировано, синтезировано и принято студентами, в том числе пройдя и через их личный опыт. Личный опыт составляет критическую сторону содержания обучения, которое без него не может быть эффективным [2, с. 28]. Для нас важно, чтобы обучение математике базировалось на жизненном опыте студентов и результатом освоения дисциплины было дальнейшее развитие опыта обучаемого.

Реализация этого принципа при изучении дисциплины «Математика» происходит в результате применения необходимых для решения задачи ранее изученных (иногда в школьном курсе) понятий, свойств, теорем, методов решения уравнений из предлагаемой темы.

Выделим общие черты субъектного опыта и критического мышления: они не могут быть переданы от одного человека к другому – это собственное приобретение; оба формируются в результате практической деятельности; связаны с рефлексией; их развитие особенно продуктивно в студенческие годы; процесс их формирования не останавливается, они развиваются и обогащаются на протяжении всей жизни.

3. Содержательный блок представлен компонентами критического мышления: когнитивно-информационным, мотивационно-потребностным, поисково-деятельностным и рефлексивно-оценочным, их содержанием (отражено в рабочих программах дисциплины «Математика»), функциями: интерпретирующей, стимулирующей, моделирующей, прогнозирующей, оценочной, и набором **педагогических условий**, способствующих формированию критического мышления:

1) активация самостоятельной деятельности студентов для формирования крити-

ческого мышления посредством применения активных методов обучения;

2) развитие потребности в применении навыков критического мышления в процессе обучения математике;

3) осознание студентами важности наличия критического мышления как профессионально значимой ценности с помощью использования в учебном процессе кейсов, профессионально-ориентированных, прикладных задач, написание эссе.

4. Технологический блок модели включает методы, формы и средства формирования критического мышления студентов горных вузов в процессе обучения математике.

Методы формирования критического мышления студентов мы рассматриваем как набор взаимосвязанных действий, приемов, осуществляемых преподавателем и студентами, направленных на овладение навыками критического мышления, необходимых: при решении математических задач; в повседневной жизни; для изучения смежных естественнонаучных дисциплин и дисциплин профессионального цикла.

Известно, что в горной промышленности трудовая деятельность связана с работой в коллективе. Здесь от каждого специалиста требуется наличие следующих навыков: умение работать в команде, тактичность, взаимопонимание, уважительное отношение к чужому мнению, но на лекциях, практических занятиях каждый студент индивидуально воспринимает материал. В этом случае в процессе обучения отсутствует организованное общение между учащимися. Чтобы устранить этот недостаток, нами за основу взяты интерактивные методы обучения, так как формирование критического мышления возможно только в результате активной познавательной деятельности. На данном этапе применяются следующие **методы обучения**: проблемный метод; кейс-метод; метод математического моделирования.

В качестве **средств обучения** для достижения поставленной цели формирования критического мышления у будущих горных инженеров и инженеров-геологов на занятиях по математике для проведения анализа и оценки технических расчетов; закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массивов в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации объектов могут быть рассмотрены кейсы, профессионально-ориентированные и прикладные задачи, написание эссе [17; 18].

Рассмотрим их подробнее:

1. Решение кейсов является одним из

эффективных способов формирования критического мышления на практических занятиях. Именно здесь происходит вовлечение студентов в анализ конкретных ситуаций, которые могут происходить в профессиональной деятельности, что позволяет обучающимся реально принимать участие в исследовательской работе (анализировать, выделять главное и второстепенное, принимать решения и оценивать их), но в то же время его решение сложно описать четкой последовательностью действий для достижения результата, что приводит к формированию критического мышления.

Для студентов горных вузов при решении кейсов должны быть затронуты проблемы, с помощью которых возможно донести важность принятия взвешенных и обоснованных инженерных решений и возлагаемую на них ответственность [5].

Приведем пример кейса, предлагаемого нами при изучении математической статистики.

Исследуется влияние скорости проходки откаточных штреков x_i , м/мес на сменную производительность проходчиков y_i см/смену. Результаты наблюдений представлены в таблице:

y	X										n _y
	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	
15	4										4
17	1	2									3
19		28	2								30
21		6	10							1	17
23			13						1	1	15
25			2	7	3	1		5	6	2	26
27				20	10	8	2	4			44
29				6	6	20	6	2			40
31				4	10	3	2				19
33						1	1				2
n _x	5	36	27	37	29	33	11	11	7	4	200

По данным таблицы:

1. Отметить на координатной плоскости точки (x_i, y_i) данной выборки и, проведя анализ полученного корреляционного поля, выяснить, существует ли взаимосвязь между значением скорости проходки выработки $(x_i, \text{м/мес})$ и значением сменной производительности проходчиков $(y_i, \text{см/смену})$.

2. Предположить, что между переменными X и Y существует корреляционная зависимость (линейная, нелинейная). Для каждого вида зависимости:

а) построить линию регрессии;

б) проанализировать полученное уравнение;

в) вычислить теоретические значения условной средней \bar{y}_x (по уравнению регрессии в точках x_i). Результаты представить в виде таблицы:

x_i	x_1	x_2	...	x_k
$\bar{y}_{x=x_i}$	\bar{y}_1	\bar{y}_2	...	\bar{y}_k
y_{x_i}	y_1	y_2	...	y_k

г) на одном чертеже построить линию регрессии и вычисленные средние значения \bar{y}_x ;

д) определить среднюю ошибку аппроксимации (критерий: средняя ошибка аппроксимации не должна превышать 8–10%).

3. Оценить, какое из полученных уравнений регрессии качественнее описывает изучаемую модель.

4. Оценить, какой допустимый интервал значений скорости проходки выработки необходимо выбрать, чтобы обеспечить оптимальную производительность труда.

2. Профессионально-ориентированные и прикладные задачи. В процессе их решения у студентов не только происходит процесс овладения набором математических знаний, умений, но и устанавливается связь математики с их будущей профессиональной деятельностью.

Под *профессионально-ориентированной задачей* мы понимаем «некую абстрактную модель реальной проблемной ситуации прикладного характера в профессиональной сфере деятельности, сформулированную в вербальной, знаковой или образно-графической форме и решаемую математическими средствами» [21, с. 11]. Под *прикладной* мы понимаем задачу, «фабула которой раскрывает приложение математики в смежных учебных дисциплинах, знакомит с ее использованием в организации, производстве» [25, с. 5]. Такого типа задачи актуальны как для будущих горных инженеров, так и для инженеров-геологов, так как студенты наглядно увидят, каким образом математические методы можно применить к задачам из геоэкологии, геомеханики, гидрогеологии с непосредственным использованием формул из физики.

Приведем примеры таких задач, используемых при изучении темы «Дифференциальные уравнения», для студентов специальности «Горное дело».

Задача 1 (профессионально-ориентированная). Часто в горнодобывающей промышленности возникает опасность скопления грунтовых вод в горных выработках, что может приводить к прорыву воды, затоплению выработки, гибели людей. Поэтому при конструировании скважины необходимо выполнить расчет, в процессе которого определить положение кривой депрессии. Возникает задача: определить уровень депрессионной кривой, образованной после вскрытия водоносного горизонта вертикальной выработки или скважины.

Задача 2 (прикладная задача геомеханики). Кривизна кривой вертикальных смещений кровли и сжатия угольного пласта пропорциональна значению смещения в каждой точке. Значение смещения на линии забоя равно 0,26 м, на расстоянии 1 м от линии забоя – 0,25 м, а на значительном

удалении от забоя смещения равны 0. Найти кривую распределения вертикальных смещений кровли.

3. Написание эссе. Как известно, написание эссе предполагает наличие некоторого багажа знаний, способностей к анализу, синтезу, умозаключениям, наличие эрудиции. Например, для закрепления темы «Дифференциальные уравнения» студентам были предложены темы: «Зачем будущим горным инженерам нужно изучать „Дифференциальные уравнения в геологии“». В результате написания такого эссе произойдет закрепление пройденного раздела, включение его в субъектный опыт студентов, осознание необходимости в саморазвитии и, как следствие, развитие критического мышления.

В качестве **форм** достижения цели формирования критического мышления в вузе мы рассматриваем практические занятия, на которых проходит решение кейсов, профессионально-ориентированных и прикладных задач как в индивидуальной, так и в групповой форме; участие студентов в олимпиадах различной направленности.

М. Е. Епифанцева утверждает, что «на занятиях целесообразно использовать коллективные формы исследовательности, которые позволяют подключить к процессу поиска решения всех студентов и способствуют выработке более интересных вариантов решения, поскольку в процессе группового обсуждения происходит уточнение, дополнение, проверка выдвинутых гипотез» [7].

При осуществлении технологического блока происходит развитие каждого компонента критического мышления студентов горных вузов в процессе обучения математике.

5. Оценочно-результативный блок имеет целью измерить и оценить результативность формирования критического мышления.

В числе показателей сформированности критического мышления у будущих горных инженеров и инженеров-геологов в процессе обучения математике мы рассматриваем:

- 1) полноту и прочность овладения навыками критического мышления (*когнитивно-информационный компонент*);
- 2) потребность в развитии прогностических умений; умений выдвигать гипотезы, находить альтернативные решения проблемной ситуации (задачи) (*мотивационно-потребностный компонент*);
- 3) умение применять навыки критического мышления при решении математических задач профессионального характера (*поисково-деятельностный компонент*);
- 4) готовность к самоанализу, самооцен-

ке, самокоррекции (*рефлексивно-оценочный компонент*).

Заключение. Сконструированная структурно-функциональная модель позволяет наглядно представить процесс формирования критического мышления студентов горных вузов. На основе данной модели возможно разработать методику обучения математике, применение которой приведет к формированию критического мышления

у будущих горных инженеров и инженеров-геологов независимо от уровня подготовки отдельно взятых студентов или группы в целом. Данный процесс является управляемым, так как возможно провести диагностику развития каждого компонента критического мышления и с помощью различных сочетаний методов, средств и форм корректировать уровни сформированности критического мышления студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аммосова, М. С. Профессиональная направленность обучения математике студентов горных факультетов вузов как средство формирования их математической компетентности : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Аммосова М. С. – Красноярск, 2009. – 180 с.
2. Андрюхина, Л. М. Проблемы стиля в психологии и педагогике. Философский анализ / Л. М. Андрюхина. – Екатеринбург, 1992. – 52 с.
3. Брюшинкин, В. Н. Критическое мышление и аргументация // Критическое мышление, логика и аргументация / В. Н. Брюшинкин ; под ред. В. Н. Брюшинкина, В. И. Маркина. – Калининград : Изд-во Калининград. гос. ун-та, 2003. – С. 29-34.
4. 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.
5. Всероссийский Чемпионат по решению топливно-энергетических кейсов: инженерные кейсы входят в моду // Уголь. – 2015. – № 2. – С. 47.
6. Дубова, М. В. Компетентностный подход среди современных педагогических подходов в системе общего образования / М. В. Дубова // Интеграция образования. – 2010. – № 1. – С. 59-63.
7. Епифанцева, М. В. Развитие социологического мышления учащихся : дис. ... канд. пед. наук / Епифанцева М. В. – Екатеринбург, 2000. – 147 с.
8. Еферова, А. Р. Педагогические условия формирования критического мышления студентов в образовательном процессе технического вуза : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Еферова А. Р. – Воронеж, 2010. – 25 с.
9. 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.
10. Загашев, И. О. Критическое мышление: технология развития / И. О. Загашев, С. И. Заир-Бек. – СПб. : Альянс Дельта, 2003. – 284 с.
11. 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.
12. Измерение и оценка сформированности универсальных компетенций обучающихся при освоении образовательных программ бакалавриата, магистратуры, специалитета : коллективная монография / под науч. ред. И. Ю. Тархановой. – Ярославль : РИО ЯГПУ, 2018. – 383 с.
13. 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.
14. Кузнецова, В. Е. Целостность как системообразующий принцип образования в условиях информационного общества / В. Е. Кузнецова. – Текст : электронный // Образовательные стандарты. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tselostnost-kak-sistemoobrazuyushchiy-printsip-obrazovaniya-v-usloviyah-informatsionnogo-obschestva> (дата обращения: 01.09.2021).
15. Лапицкая, Е. В. Содержание и структура субъектного опыта студентов в образовательной деятельности / Е. В. Лапицкая // Образование и педагогические науки. – 2015. – № 6 – С. 348-351.
16. Мороченкова, И. А. Формирование критического мышления студентов в образовательном процессе вуза : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Мороченкова И. А. – Оренбург, 2004. – 23 с.
17. Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 21.05.02 Прикладная геология : Приказ от 12 августа 2020 г. № 953.
18. Об утверждении Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело : Приказ от 12 августа 2020 г. № 987.
19. Приходченко, Е. И. Деятельностный подход в обучении / Е. И. Приходченко, А. С. Кузьмичева, Н. И. Мотузенко // Вестник Донецкого педагогического института. – 2017. – № 2. – С. 22-27.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. Хозяинова, М. С. Обучение содержательному анализу математического материала при изучении алгебры в техническом вузе : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Хозяинова М. С. – Сыктывкар, 2017. – 158 с.

24. Царева, Е. Е. Мультиязычность как средство формирования социокультурной компетентности студентов в инженерном вузе : дис. ... канд. пед. наук / Царева Е. Е. – Казань, 2019. – 183 с.
25. Шапиро, И. М. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики / И. М. Шапиро. – М. : Просвещение, 1990. – 96 с.
26. Шершнева, В. А. Комплекс профессионально-направленных математических задач, способствующий повышению качества математической подготовки студентов транспортных направлений технических вузов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Шершнева В. А. – Красноярск, 2004. – 21 с.
27. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain / ed. by B. S. Bloom. – New York : Longman, 1956.

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. Andryukhina, L. M. (1992). *Problemy stilya v psikhologii i pedagogike. Filosofskii analiz* [Problems of Style in Psychology and Pedagogy. Philosophical Analysis]. Ekaterinburg. 52 p.
3. Bryushinkin, V. N. (2003). *Kriticheskoe myshlenie i argumentatsiya* [Critical Thinking and Argumentation]. In Bryushinkin, V. N., Markin, V. I. (Eds.). *Kriticheskoe myshlenie, logika i argumentatsiya*. Kaliningrad, Izdatel'stvo Kaliningradskogo gosudarstvennogo universiteta, pp. 29-34.
4. 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 in Future Mining Engineers in the Process of Teaching Mathematics]. In *Informatsionno-kommunikatsionnye tekhnologii v pedagogicheskom obrazovanii*. No. 4 (73), pp. 69-76.
5. *Vserossiiskii Chempionat po resheniyu toplivno-energeticheskikh keisov: inzhenernye keisy vkhodyat v modu* [All-Russian Championship for Solving Fuel and Energy Cases: Engineering Cases are Becoming Fashionable] (2015). In *Ugol'*. No. 2. p. 47.
6. Dubova, M. V. (2010). *Kompetentnostnyi podkhod sredi sovremennykh pedagogicheskikh podkhodov v sisteme obshchego obrazovaniya* [Competence-Based Approach among Modern Pedagogical Approaches in the General Education System]. In *Integratsiya obrazovaniya*. No. 1, pp. 59-63.
7. Epifantseva, M. V. (2000). *Razvitie sotsiologicheskogo myshleniya uchashchikhsya* [Development of Sociological Thinking of Students]. Dis. ... kand. ped. nauk. Ekaterinburg. 147 p.
8. Eferova, A. R. (2010). *Pedagogicheskie usloviya formirovaniya kriticheskogo myshleniya studentov v obrazovatel'nom protsesse tekhnicheskogo vuza* [Pedagogical Conditions for the Formation of Critical Thinking of Students in the Educational Process of a Technical University]. Dis. ... kand. ped. nauk. Voronezh. 25 p.
9. Zhuravleva, E. G. (2008). *Zadachi kak sredstvo formirovaniya umenii kriticheskii myslit' u studentov matematicheskikh spetsial'nostei pedvuzov* [Problems as a Means of Forming Critical Thinking Skills among Students of Mathematical Specialties of Pedagogical Universities]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Saransk. 19 p.
10. Zagashev, I. O., Zair-Bek, S. I. (2003). *Kriticheskoe myshlenie: tekhnologiya razvitiya* [Critical Thinking: Development Technology]. Saint Petersburg, Al'yans Del'ta. 284 p.
11. Zubova, E. A. (2009). *Formirovanie tvorcheskoi aktivnosti budushchikh inzhenerov v pro-tsesse obucheniya matematike na osnove issledovaniya i resheniya professional'no orientiro-vannykh zadach* [Formation of Creative Activity of Future Engineers in the Process of Teaching Mathematics on the Basis of Research and Solution of Professionally Oriented Problems]. Avtoref. ... dis. kand. ped. nauk. Yaroslavl. 22 p.
12. Tarkhanova, I. Yu. (2018). *Izmerenie i otsenka sformirovannosti universal'nykh kompetentsii obuchayushchikhsya pri osvoenii obrazovatel'nykh programm bakalavriata, magistratury, spetsialiteta* [Measurement and Assessment of the Formation of Universal Competencies of Students in the Development of Educational Programs for Bachelor's, Master's, Specialty]. Yaroslavl, RIO YaGPU. 383 p.
13. Korobova, N. Yu. (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 the University (on the Example of the Specialty "Geology and Mineral Deposits")]. Dis ... kand. ped. nauk. Novosibirsk. 229 p.
14. Kuznetsova, V. E. *Tselostnost' kak sistemoobrazuyushchii printsip obrazovaniya v usloviyakh informatsionnogo obshchestva* [Integrity as a System-Forming Principle of Education in the Information Society]. In *Obrazovatel'nye standarty*. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tselostnost-kak-sistemoobrazuyushchiy-printsip-obrazovaniya-v-usloviyah-informatsionnogo-obshchestva> (mode of access: 01.09.2021).
15. Lapitskaya, E. V. (2015). *Soderzhanie i struktura sub'ektivnogo opyta studentov v obrazovatel'noi deyatel'nosti* [The Content and Structure of the Subjective Experience of Students in Educational Activities]. In *Obrazovanie i pedagogicheskie nauki*. No. 6, pp. 348-351.
16. Morochenkova, I. A. (2004). *Formirovanie kriticheskogo myshleniya studentov v obrazovatel'nom protsesse vuza* [Formation of Critical Thinking of Students in the Educational Process of the University]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Orenburg. 23 p.
17. *Ob utverzhdenii Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – spetsialitet po spetsial'nosti 21.05.02 Prikladnaya geologiya: Prikaz ot 12 avgusta 2020 g. № 953* [On the Approval of the Federal State Educational Standard of Higher Education – Specialty in the Specialty 05.21.02 Applied Geology: Order of August 12, 2020 No. 953].
18. *Ob utverzhdenii Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – spetsialitet po spetsial'nosti 21.05.04 Gornoe delo: Prikaz ot 12 avgusta 2020 g. № 987* [On the Approval of the Federal State Educational Standard of Higher Education – Specialty in the Specialty 05.21.04 Mining: Order of August 12, 2020 No. 987].

19. Prikhodchenko, E. I., Kuzmicheva, A. S., Motuzenko, N. I. (2017). Deyatel'nostnyi podkhod v obuchenii [Activity Approach in Teaching]. In *Vestnik Donetskogo pedagogicheskogo instituta*. No. 2, pp. 22-27.
20. Prokopenko, N. A. (2019). *Metodika obucheniya matematike budushchikh inzhenerov na osnove integrativnogo podkhoda* [Methods of Teaching Mathematics of Future Engineers Based on an Integrative Approach]. Dis ... kand. ped. nauk. Donetsk. 376 p.
21. Skorobogatova, N. V. (2006). *Naglyadnoe modelirovanie professional'no-orientirovannykh zadach v obuchenii matematike studentov inzhenernykh spetsial'nostei* [Visual Modeling of Professionally Oriented Problems in Teaching Mathematics to Students of Engineering Specialties]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Yaroslavl. 26 p.
22. Stolbnikova, E. A. (2005). *Razvitie kriticheskogo myshleniya studentov pedagogicheskogo vuza v protsesse mediaobrazovaniya* [Development of Critical Thinking of Students of a Pedagogical University in the Process of Media Education]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Rostov-on-Don. 25 p.
23. Khozyainova, M. S. (2017). *Obuchenie sodержatel'nomu analizu matematicheskogo materiala pri izuchenii algebry v tekhnicheskoy vuze* [Teaching Meaningful Analysis of Mathematical Material in the Study of Algebra in a Technical University]. Dis ... kand. ped. nauk. Syktyvkar. 158 p.
24. Tsareva, E. E. (2019). *Mul'tiyazychnost' kak sredstvo formirovaniya sotsiokul'turnoi kompetentnosti studentov v inzhenernom vuze* [Multilingualism as a Means of Forming the Sociocultural Competence of Students in an Engineering University]. Dis. ... kand. ped. nauk. Kazan. 183 p.
25. Shapiro, I. M. (1990). *Ispol'zovanie zadach s prakticheskim sodержaniem v prepodavanii matematiki* [Using Problems with Practical Content in Teaching Mathematics]. Moscow, Prosveshchenie. 96 p.
26. Shershneva, V. A. (2004). *Kompleks professional'no-napravlennykh matematicheskikh zadach, sposobstvuyushchii povysheniyu kachestva matematicheskoi podgotovki studentov trans-portnykh napravlenii tekhnicheskikh vuzov* [Complex of Professionally Oriented Mathematical Problems, Contributing to the Improvement of the Quality of Mathematical Training of Students in Transport Directions of Technical Universities]. Avtoref. dis. ... kand. ped. nauk. Krasnoyarsk. 21 p.
27. Bloom, B. S. (Ed.) (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals: Handbook I, Cognitive Domain*. New York, Longman.