

<https://www.doi.org/10.33910/1992-6464-2022-205-102-115>

EDN OWFRWH

Ю. А. Дубровская, Л. В. Пихконен

## ФРЕЙМОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

*Семилетний опыт подготовки горноспасателей, основанный на теоретической и практической подготовке, включение в образовательный процесс фреймовых технологий показали, что фреймовое представление знаний обеспечивает особую структурированность материала — типичность, повышает эффективность его освоения, позволяет расширить объемы знаний и практического опыта без увеличения количества времени, отводимого на их изучение и формирование. Система фреймов обеспечивает включенность стереотипных ситуаций: распознавание образов, восприятие зрительной и слуховой информации, имеющей признаки экстремальности.*

**Ключевые слова:** фреймовые технологии, горноспасатель, практико-ориентированное обучение

*Yu. Dubrovskaya, L. Pikhkonen*

## FRAME-BASED AND PRACTICE-ORIENTED LEARNING IN TRAINING MINING ENGINEERS

*Seven years of integrating frame-based techniques into theoretical and practical training of mine rescuer workers showed that frame-based representation of knowledge provides for a more effective way to structure information. Based on typicality, it improves knowledge acquisition and makes it possible to gain more knowledge and practical experience during the same period of training. The frame-based system ensures the acquisition of stereotypical situations (pattern recognition, perception of visual and audio information with signs of emergency) during training.*

**Keywords:** frame-based techniques, mine rescue worker, practice-oriented training

### Введение

В последнее десятилетие научное и образовательное сообщество все настойчивее обращает внимание на необходимость реорганизации инженерного образования [22; 23; 24]. К ним присоединяются работодатели (заказчики) и потребители инженерных кадров — производственные предприятия и учреждения различных технических профилей. Производственные предприятия в первую очередь заинтересованы в получении молодого специалиста, обладающего таким набором компетенций, который позволяет в максимально короткий срок адаптироваться к условиям производства и присту-

пить к выполнению инженерных обязанностей в полном объеме, не теряя времени на ознакомительный период.

Такой подход возможен при тесном взаимодействии вуза с потребителем инженерных кадров. Наибольшую перспективу реализации такое взаимодействие имеет через хорошо продуманное в методическом и организационном аспекте практическое обучение, позволяющее студентам познакомиться с реальным производством уже на первых курсах [16; 17]. Это существенно повышает мотивацию студентов к образовательному процессу, ускоряет адаптацию выпускника и к своим профессиональным обязанностям,

и с точки зрения преодоления акклиматизации молодого специалиста в коллективе предприятия. Практическая подготовка во многих технических вузах носит формальный характер. В лучшем случае практика предполагает экскурсионное знакомство с предприятием, производственным циклом, наблюдением за работой оборудования и сбора материалов для отчета в отделах технических служб.

В большинстве случаев ни о каком участии студентов в производственном процессе не может быть и речи. Только в последнее время в российской системе высшего образования появились намеки на необходимость частичного внедрения дуального профессионального обучения, предусматривающего эффективное сочетание теоретической и практической подготовки, привлечение к разработке образовательных программ представителей профессионального сообщества и работодателей, включение практической работы студента на предприятии по выбранной специальности [15]. Внедрение элементов дуального профессионального образования просто необходимо для технологических профессий, связанных с горнодобывающей и нефтехимической промышленностью, металлургией, обработкой и переработкой.

Авторы на протяжении нескольких лет в рамках практико-ориентированного обучения участвовали в подготовке горных инженеров по специализации «Технологическая безопасность и горноспасательное дело». Именно выпускники этой специализации составляют основу кадрового состава среднего и высшего звена профессиональных горных спасателей для горной, строительной, нефтегазовой и металлургической промышленности.

При подготовке таких специалистов очень важно за время теоретического обучения не только понять специфику объектов горнодобывающего производства — шахты, разрезы, карьеры, рудники, горно-обогаительные комбинаты, нефтегазовые станции, буровые установки, но и получить основные

практические навыки и сформировать необходимые профессиональные компетенции. Поэтому для этой специальности практическая подготовка, ориентируемая на конкретную профессию, является наиболее эффективным способом получения квалифицированного специалиста с минимальным сроком его адаптации на производстве.

Горные инженеры являются главным кадровым потенциалом горной промышленности и практическое обучение должно составлять фундаментальную основу всего образовательного процесса. Для этого нами были разработаны программы учебных и производственных практик с использованием фреймовых технологий. Сейчас, по прошествии времени, мы с уверенностью можем сказать, что фреймовая направленность в обучении дала отличные результаты при подготовке горных инженеров-спасателей. Изменчивость среды, опасная обстановка, неординарность поведения людей в критических ситуациях, выработка способностей к быстрому принятию ответственных решений возможны только при развитии особых навыков в процессе применения различных моделей фреймов.

Таким образом, в практико-ориентированном обучении по разработанным программам для инженеров-горноспасателей, включающим фреймовые модули, достигаются образовательные цели, развивающие индивидуальные способности, формирующие навыки самостоятельного мышления и необходимые для работы в сложных условиях горного производства психофизиологические функции.

### **Педагогические технологии в практико-ориентированном обучении**

Педагогические образовательные технологии появились в связи с запросом общества на получение новой категории специалистов, умеющих применять современные коммуникации для принятия в своей профессиональной деятельности продуманных, рассчитанных и конкретных управленческих решений. Приобретенные в процессе обучения

компетенции, помогают принимать управленческие решения, где все чаще используются когнитивные технологии, которые дополняют традиционное обучение и являются одним из результативных инструментов, способствующих нахождению универсальных путей и способов реализации поставленных задач.

Когнитивные образовательные технологии основаны на моделях, в которых обучающийся, в роли пассивного слушателя, получает знания или формирует навыки, транслируемые преподавателями на лекционных, семинарских, лабораторных занятиях, обеспеченных учебно-методическими комплексами по дисциплинам, а также принимает активное участие в образовательном процессе, используя индивидуальные способности и накопленный запас личного жизненного опыта и знаний.

Задачи современных когнитивных технологий в высшей школе предполагают развитие таких навыков, которые бы позволили студенту в рамках изучаемой дисциплины самостоятельно формировать некоторую часть исследований, устанавливать проблемы в изучаемом предмете и вырабатывать индивидуальный подход к их решению. Такие задачи способен решить личностно-ориентированный образовательный подход, позволяющий сравнивать и объединять собственный и чужой опыт, в результате чего приобретает новое индивидуальное знание.

Когнитивные технологии реализуются выбранной моделью обучения с определенным набором средств, модулей, способов и алгоритмов действий, обеспечивающих достижение намеченной цели [19; 24]. Эта модель с разной степенью приближения к планируемым задачам позволяет получить заранее намеченные результаты образовательной деятельности. Когнитивные технологии имеют объединенную разветвленную модульную структуру, из которой, применительно к практико-ориентированному обучению, можно выделить следующие крупные блоки:

- когнитивно-психологический — воздействие внешней и внутренней среды на личность;
- когнитивно-информационный — развитие коммуникативных способностей, формирование образовательных компетенций;
- синергетический — познавательная и практическая деятельность, межпредметная взаимосвязь, самостоятельная работа, самообучение, саморазвитие;
- системно-креативный — проблемные, развивающие и инновационные методики обучения;
- фреймовый — образная структура предоставления данных, активные и интерактивные формы личностно-ориентированного обучения по выбранной форме.

Каждый модуль решает отдельную дидактическую задачу, но методически объединяется в единую сеть. Системообразующим фактором, на основе которого формируются модуль, является выстроенная индивидуально для обучающегося личностно-ориентированная задача, к которой надстраивается процедурная информация, лежащая в основе частных и общих когнитивных методик.

При когнитивном подходе используются технологии, минимизирующие влияние человеческого фактора на процессы управления и повышающие эффективность при получении конкретного результата. Применительно к образовательному процессу когнитивные технологии позволяют реализовать личные качества обучающегося и настроить учебные занятия с учетом его участия в образовательном процессе. Намечившееся внедрение в инженерное образование современных педагогических технологий позволяет сформировать унифицированное коммуникативное пространство для обучающегося в сфере профессиональных взаимодействий высшего учебного заведения и производства. Общей целью когнитивных инженерных образовательных технологий, является формирование таких поведенческих реакций,

которые позволяют сформировать компетенции, необходимые для скорейшей адаптации в профессиональной деятельности будущего специалиста.

Когнитивные технологии начали внедряться сначала в гуманитарные науки, школьное и даже дошкольное образование и лишь в последние годы наметилась тенденция в потребности применения таких технологий в рамках подготовки специалистов инженерных специальностей. В практико-ориентированном обучении горных инженеров специализации «Технологическая безопасность и горноспасательное дело», в обязанность которых входит руководство аварийно-спасательными службами при возникновении чрезвычайных ситуаций, необходимо принимать нестандартные решения в сжатые временные сроки. Такие умения с наибольшей эффективностью приобретаются в процессе обучения с использованием когнитивных технологий.

Цель практико-ориентированного обучения — формирование профессиональных компетенций в процессе прохождения учебных и производственных практик. Задачей такого обучения становится применение некоторых инновационных педагогических технологий, учитывающих специфику подготовки горных инженеров.

Рассмотрим один из модулей когнитивных образовательных технологий, который может быть использован в практико-ориентированном обучении — фреймовую структуру представления знаний.

### **Фреймовые структуры в нейросетях и искусственном интеллекте**

Фрейм (англ. frame — «рамка», «каркас», «структура», «обрамление») — структура данных для представления некоторого концептуального объекта, некоторого понятия. В зависимости от контекста, перевод с английского слова «frame» имеет несколько значений [1; 8]:

- как существительное — структурная единица различных информационных,

программных, технических и других объектов;

- как глагол — строить планы, представления, прорабатывать ситуации;
- как прилагательное — рамочный, базовый, имеющий в основании остов, каркас.

В тексте статьи используются все три смысловых значения слова «фрейм».

Первоначально фреймы разрабатывались для математического программирования в системах искусственного интеллекта и первое применение нашли при описании базы знаний в лингвистике и филологии.

Значительное влияние на развитие искусственного интеллекта оказали шахматы, а точнее — шахматное программирование, создателем и развитием которого занимался патриарх отечественных шахмат, шестикратный чемпион мира — М. М. Ботвинник.

Основоположником и разработчиком фреймового взгляда в образовании был специалист по искусственному интеллекту Мэрвин Минский, который предложил понятийное описание различных моделей фреймов [11]. Он обнаружил, что формализация описания изменчивой и многообразной внешней среды для существовавших тогда электронно-вычислительных машин требуют структуризации ситуации в некоторые универсальные модули, которые он назвал фреймами, вмещающими отображение содержания окружающего мира: фрейм-структура, фрейм-образы, фрейм-ситуация, фрейм-роли, фрейм-сценарии, которые связаны в единую сеть.

Сейчас это принято называть нейросетями, широко используемыми в искусственном интеллекте для автоматизированного поиска информации, решения нестандартных логических задач, распознавания текстов и лиц, организации интеллектуальных систем безопасности и контроля, диагностики в технике и медицине, разработке новых материалов и веществ, ядерной физике и биологии и многих других, все больше и больше расширяющихся задач, облегчающих выбор



и принятие ситуативных решений. Бурное развитие микроэлектроники, интернет-технологий, мощных специализированных программ для обработки огромных массивов информации и баз данных, общедоступных программ-приложений для портативных компьютеров и смартфонов способствует еще большему развитию искусственного интеллекта, который из замысловатой научной математической теории вырос в широко растающее самостоятельное научное направление.

Искусственный интеллект незаметно вошел в жизнь каждого человека через социальные сети, автоответчики административных учреждений, роботы (сокращенно боты, от англ. «bot»), настроенные для интернет-общения с людьми, системы управления автомобилями и поездами и многие другие бытовые устройства. Казалось бы, какое отношение имеет искусственный интеллект к когнитивным образовательным технологиям с использованием фреймов? Ответ заключается в том, что человеческой мозг работает примерно по таким же принципам, что лежат в основе искусственного интеллекта. Да, мозг человека до сих пор остается малоизученным объектом. Но и имеющиеся знания об организации работы нейронов обеспечили основу построения нейросетей искусственного интеллекта. Не случайно мы привели пример из мира шахмат, где выработка тактики победы основана на умении сочетать игровой теоретический опыт и способности применять его в разных комбинациях партий. Игрок интуитивно ищет оптимальный вариант для достижения цели — победы в шахматной партии, выискивает в памяти аналогичные ситуации, применимые для конкретного положения фигур.

Появилось даже отдельное философское ответвление науки — коннекционизм (англ. connectionism), которое изучает мыслительные и поведенческие свойства естественного интеллекта с точки зрения возможности его математического моделирования с помощью

компьютерных алгоритмов. Коннекционизм объединяет несколько, на первый взгляд, разноплановых научных направлений: когнитивные технологии, формальную и математическую логику, программирование, нейробиологию, психологию и философию сознания, объединяя и моделируя мыслительные или поведенческие явления в нейросетях из связанных между собой простых элементов.

С образовательной точки зрения коннекционизм интересен сопоставлением подхода к творчеству и решению задач естественного и искусственного интеллектов. В рамках этого течения предпринимаются попытки развить и объяснить образовательные и интеллектуальные способности человека, используя искусственные нейронные сети. Коннекционистский подход предполагает создать альтернативу классическим представлениям о природе разума, согласно которой механизмы работы разума имеют сходство с обработкой языка программирования компьютера. Как устроен мыслительный процесс, что такое интеллект и как можно формализовать хотя бы часть интеллектуальной деятельности — однозначных ответов на эти вопросы в научном сообществе пока нет, результатов альтернативной теории и даже полного понимания значения слова «интеллект» в комплексе с познанием функциональных процессов в мозге пока не получено. Положительной составляющей результатов некоторых этапов исследований являются полезные решения и алгоритмы, успешно применяемые в искусственном интеллекте, которые также можно применять в системе обучения.

Образовательный интерес к принципам коннекционизма состоит в предположении, что фреймовая структура с механизмами обратной связи использует такие же схемы, что и мыслительные явления в клетках мозга, и могут быть описаны нейросетями из взаимосвязанных простых элементов — графов. Человеческий мозг использует в процессе мышления образы, извлеченные

из повседневного опыта реального мира. Поэтому большое значение уделяется исследованию процессов моделирования мозговой деятельности с тем, чтобы перенести алгоритмы работы нейронных сетей для изучения научных объектов, анализа событий и развития когнитивных технологий, что составляет основу для разработок искусственного интеллекта.

Нейронные сети графов (англ. «Graph Neural Network», GNN) — тип нейронной сети, представляющий собой модели соединений, которые фиксируют зависимость графов посредством передачи сообщений между узлами. Граф во фреймовой интерпретации — это либо сложный объект, имеющий иерархическую структуру внутри себя, содержащий события, ситуации, прочие понятия, либо состоящий из узлов и связей фрейм нижнего уровня, иногда называемый «слотом» (slot – «щель», «прорезь»). Слот больше используется для описания сложных многоуровневых фреймов в других областях науки в качестве пояснения и описания конкретных понятий, ближайшего к нему фреймового узла. Чтобы не усложнять терминологию, мы для описания более простой фреймовой организационной структуры

профессионального технического образования вместо слота будем использовать понятие «фрейм нижнего уровня». Хотя это более длинное название, но, с точки зрения понятий, позволяющее выделить в сетевой иерархии фреймы по нескольким уровням. Каждый фрейм состоит из произвольного числа фреймов нижнего уровня, причем, в зависимости от образовательных задач, фрейм нижнего уровня может переходить в верхний уровень и наоборот, то есть в формальных фреймовых моделях фреймы нижнего уровня ставятся в соответствие значения, присоединенные процедуры или другие фреймы (рис. 1).

Форма связей, количество узлов и элементов зависит от типа структуры фрейма, семантических свойств информации и может меняться от модели к модели. Многие из этих сетей обладают обратной связью, то есть имеют возможность перестраивать структуру автоматически в зависимости от изменения начальной информации. Узлы и связи этой сети соединяют модули и образуют определенное понятие. Это и является большим преимуществом фреймовых структур, которое состоит в гибкости подхода к поставленным образовательным задачам. Такие

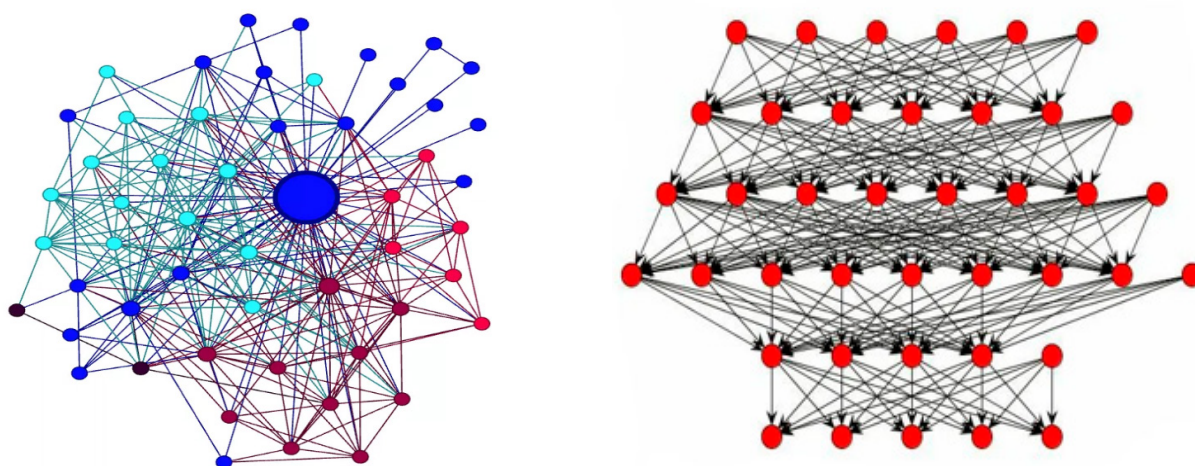


Рис. 1. Примеры графов нейросетей [1]

структуры могут на основе стереотипной ситуации при изменении каких-то внешних обстоятельств трансформировать модули фрейма, подключая к связям необходимые узлы. Информация, относящаяся к фрейму, содержится в составляющих его фреймах нижнего уровня (слотах), которые описывают фактические ситуации на основе поступающей исходных данных.

Фреймовые структуры в образовании представляют собой набор деталей типичной ситуации, с которыми обучающийся сталкивался ранее в процессе изучения дисциплины [8; 9]. Эти ситуации представляют стереотип восприятия и познания однородных сведений — каркас знаний, фрейм — и как только происходит изменение обстоятельств, обучающийся применяет знакомые конструкции в новых условиях. Основное назначение фреймовых технологий в образовании — это развитие творческих способностей человека и мотивированное развитие его индивидуального потенциала за счет конвертации (преобразования) полученных базовых знаний [10;11]. На основе этого каркаса фреймовые структуры предлагают пути саморазвития обучающегося и выработки оптимальных решений для новых нестандарт-

ных ситуаций. Когда студент сталкивается с новой ситуацией, он извлекает хранящуюся в памяти типовую структуру поведения, действия и т. д. или систему (фрейм), изменяя в ней элементы в соответствии с реальностью для реализации новых задач.

Фрейм-технологии обеспечивают условия креативности студентов, в просветительско-образовательном смысле — способствуют развитию способностей и готовности к изменению и преобразованию своей учебной и будущей профессиональной деятельности. Креативность у студентов проявляется в осознании собственных способностей и построении планов саморазвития в зависимости от постоянно меняющихся целей и задач. При практико-ориентированном подходе в обучении фреймовые модели требуют структурирования образовательных программ, которые позволяют развить существующие или сформировать новые компетенции. В каждом фрейме должен быть обозначен результат: либо новые компетенции, либо мотивационные умения будущего специалиста в процессе саморазвития, а в конечном итоге — приобретенный опыт в процессе теоретического, практического обучения и самообразования [3;4; 7] (рис. 2).



Рис. 2. Ожидаемые результаты применения когнитивных технологий



Этот результат, основанный на принципах когнитивных технологий, представляет собой приобретенный в процессе обучения опыт, который суммируется с имеющейся теоретической базой, практическим опытом, откорректированным в зависимости от условий производства (иммерсивная среда) и развития самостоятельных поведенческих функций при возникновении нестандартных ситуаций.

Фрейм нельзя понимать, как какой-то готовый и устоявшийся выход из конкретной ситуации или однозначное решение конкретной образовательной задачи. Фрейм помогает найти выход не только из необычной обстановки, но и в привычных условиях, используя свой опыт, знания и индивидуальные способности через обобщение и проработку наиболее характерных, основных признаков ряда близких ситуаций, принадлежащих одному классу.

Фрейм в схеме (рис. 3) представляет собой самостоятельную дидактическую единицу,

содержащую несколько образовательных модулей, основанных на принципах теории обучения. Таким образом, фрейм делится на множество узлов, иногда называемых терминалами, которые в свою очередь присоединяют простые фреймовые объекты, образующие через двусторонние связи нейронную сеть, способную к поиску оптимальных решений при обучении [2]. Фреймы могут иметь иерархию по семантическим категориям, где простые объекты группируются в узлы в зависимости от образовательных задач. Верхние узлы фрейма обычно представляют укрупненные понятия креативного образования, указывают имя, определяющее объект изучения, описываемый фреймом (признаки, образы, события, структуры, окружение, роли и т. д.). Узлы содержат обязательные признаки или атрибуты, обнаружение которых позволяет идентифицировать ситуацию и активировать фрейм. Обучающийся погружается в один из фреймов и, при обнаружении отсутствия хотя бы

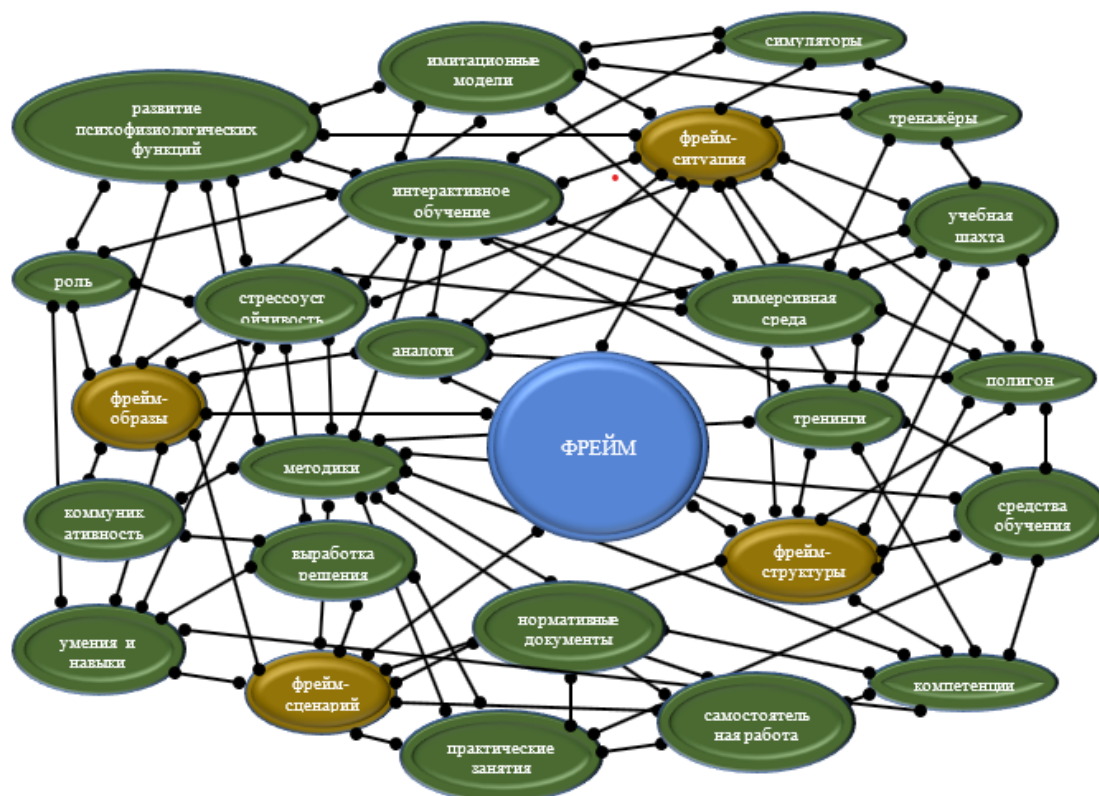


Рис. 3. Граф фрейм-структур применительно к практико-ориентированному обучению



одного обязательного признака, переходит к поиску другого фрейма по нейронной сети.

Такая модель фрейма является достаточно универсальной, хорошо адаптируемой к ситуационным изменениям, так как позволяет отобразить все многообразие знаний. Применительно к практико-ориентированному обучению горных инженеров разнообразие моделей фреймов можно выразить через следующие узлы [6; 13; 18; 20]:

- фрейм-ситуация: поведение в иммерсивных средах, интерактивное обучение, поведение на тренингах, тестах, экзаменах;
- фрейм-структуры: используемые инструменты и средства для обучения (программные продукты, симуляторы, учебные шахты и полигоны, тренажеры, позволяющие получить необходимые компетенции для получения образовательного результата);
- фрейм-сценарий: выработка решений в нестандартных ситуациях, умение использовать нормативные документы, инструкции, методики, стандарты; поведенческие функции в неблагоприятной среде и психологически некомфортных условиях, развитие психофизиологических функций;
- фрейм-образы: отображение реальных ситуаций на имитационных моделях, моделирование возможных производственных ситуаций на основе полученной базы знаний;
- фрейм-роли: поручение практиканту части профессиональных функций штатной единицы: пробонаборщик, респираторщик, лаборант, инженер, командир отделения. Граф фрейм-структур (рис. 3) напоминает граф нейросетей (рис. 1) не только по внешнему виду, структуре и наличию хаотических связей, но и по принципам работы и взаимодействию узлов – фреймов. Следует отметить, что фреймовая структура не имеет устоявшегося набора по количеству фреймов и их со-

держанию. В настоящее время среди исследователей фреймов нет единства взглядов к функционалу как всей структуры фрейма, так и его отдельных частей. Весьма затруднительно описать многообразие жизненных и поведенческих ситуаций классической таблицей или строго фиксированным алгоритмом действий. В этом и состоит преимущество фреймовых структур на основе нейронных сетей, которые, как бы подстраиваются под ситуацию и позволяют найти решение проблемы или оптимизировать существующую ситуацию на основе имеющихся знаний и опыта.

Как видно из перечня предложенных фреймов, их содержание, казалось бы, близко по смысловому значению или имеет пересекающиеся характеристики. Например, в фрейм-структурах, фрейм-сценариях и фрейм-образах программное обеспечение может быть и средством обучения, и имитационной моделью, и симулятором для тренировки психофизиологических функций. Выбор конкретного объекта в фрейм-структуре происходит по аналогии выработки решения задач мозгом с помощью разветвленной и сложной системы нейросетей.

В образовательных фреймах формирование у студентов целей и задач обучения, то есть набор взаимосвязанных объектов, подбирается индивидуально, даже отчасти интуитивно, в зависимости от имеющегося багажа знаний и психофизических характеристик личности. При этом процесс извлечения информации, ее практическое использование всегда имеет predetermined полученный жизненным опытом характер. Получаемая через фреймы информация позволяет ее упорядочить в систему взаимосвязанных понятий по выбранному направлению изучения объекта с определенными связями между ними, образуя новую семантическую сеть, которая содержит весь набор фактов, необходимых для организации практической деятельности. В технических

науках такая фреймовая сеть обычно называется базой знаний. Исследователи фреймовых технологий — Г. Ньюэлл, Г. Саймон, О. С. Разумовский, М. А. Чошанов, А. А. Остапенко, С. Пейперт, Р. Шенк, Р. Абельсон, М. Минский [2] — иллюстрируют их применение на примере пользования энциклопедиями и справочниками, которые представляют собой базовый набор начальных или специальных знаний. Конечно, это весьма приближенный пример, так как поиск информации по справочным материалам представляет только малую часть образовательных технологий, но хорошо демонстрирует принцип целенаправленного извлечения необходимой информации. Студент, опираясь на свой собственный индивидуальный багаж знаний, интуитивно следует алгоритму поиска сведений для решения конкретной задачи. Результат зависит от того, насколько обучающийся усвоил и систематизировал материал на сознательном и подсознательном уровне и развил способности к самостоятельному и креативному мышлению.

Применительно к практико-ориентированному обучению фреймовые технологии обеспечивают формирование широкого спектра компетенций в области:

- информационной культуры и развития информационно-коммуникативных способностей;
- развития навыков самостоятельной работы и понимания необходимости самообразования;
- выработки решений и оптимизации выхода из нестандартных ситуаций;
- повышения мотивации к освоению профессии за счет включенности в производственный процесс и возможности самореализации;
- развития лично-ориентированного подхода в рамках практической подготовки;
- ключевых профессиональных навыков;
- признаков, фактов, событий, понятий, имеющих отношение к конкретной ситуации.

### Результаты и их обсуждение

Характерный пример фреймовых технологий в практико-ориентированном обучении приведем на опыте обучения студентов специальности «Горное дело» специализации «Технологическая безопасность и горноспасательное дело». Специализация предусматривает подготовку инженеров-горноспасателей, обеспечивающих проведение спасательных операций на горных предприятиях в сложных условиях и ликвидаций последствий аварий и катастроф. Такая подготовка невозможна без глубокого погружения в повседневный рабочий ритм спасателей, где требуется устойчивая психологическая подготовка, хорошие личностно-волевые качества, навыки принятия управленческих (командных) решений. За время практической подготовки — учебной и производственной практик — в спасательных подразделениях (военизированные горноспасательные части — ВГСЧ) студенты приобретают индивидуальный опыт. Практические навыки формируются в результате постоянных интенсивных тренировок в учебных шахтах, на полигонах и тренажерах, а также благодаря участию обучающихся в проведении профилактических и текущих специальных работах в составе спасательных отделений на действующих горных предприятиях разной сложности.

Использование фреймовых технологий наглядно видно на примере тренировочного процесса в учебной шахте. Студент, получивший теоретические знания и инструкции — действия (фрейм-сценарий), погружается во внешнюю иммерсивную среду тренировочного процесса на тренажерах учебной шахты и полигонах (фрейм-ситуация, фрейм-структуры), где вырабатываются некоторые психофизиологические функции и навыки стрессоустойчивости (фрейм-образы).

Программа практической подготовки выстроена следующим образом: интерактивное обучение в аудитории учебного центра ВГСЧ на симуляторах и имитационных моделях (фрейм-образы), затем обучающиеся переходят

к выработке решений в составе спасательной команды в учебной шахте, приобретая умения и навыки работы в профессии (фрейм-сценарии) и формируя новые компетенции. Здесь и проявляются творческие способности студентов и возможность реализации индивидуальных свойств личности, ее самовыражения и развития в широком учебно-воспитательном аспекте. Совместные тренировки обучающихся с профессиональными горными спасателями повышают мотивацию к освоению выбранной профессии и конкретизируют цели будущего специалиста, создавая устойчивый образовательный концепт.

В процессе тренировок формируются особые навыки, необходимые в работе спасателей:

- развитие двигательных качеств: физические упражнения на выносливость, мышечную силу, ловкость, координацию движений, гибкость [5; 14];
- навыки ориентировки собственного тела в пространстве: тренировки на вертикальных лестницах, в пространственных лабиринтах, высотных сооружениях [5; 14];
- выработка стрессоустойчивости и стойкости к компенсационным нарушениям психомоторики: преодоление страха замкнутых и затемненных пространств, стесненных условий, высоты, воздействия агрессивной среды;
- формирование профессиональных компетенций: тренировки в респираторе, в тепловой камере, в задымленном пространстве и непригодной для дыхания атмосфере, разбор завалов, преодоление препятствий, эвакуация пострадавших, оказание первой помощи, командная работа в спасательном отделении;
- развитие волевых качеств: умение управлять собой в стрессовых ситуациях и выдерживать большие психологические нагрузки, способность

осуществлять работу в экстремальных условиях [5; 14];

- выявление и развитие потенциала личности обучающегося: поиск эффективного действия, выработки индивидуальной модели поведения.

### **Заключение**

Темпы развития современного производства требуют новых подходов к подготовке специалистов. Обучение по классическим, а зачастую устаревшим педагогическим технологиям снижает востребованность выпускника вуза для работодателя. Некоторые инженерные профессии, связанные с горнодобывающей, нефтехимической промышленностью, металлургией, обработкой и переработкой (например, одна из специализаций «Технологическая безопасность и горноспасательное дело» приведена в статье) невозможно подготовить по традиционным методикам. Поэтому для таких специальностей и технологических профессий передовое педагогическое сообщество все чаще обращает внимание на внедрение дуального образования, где предполагается периодическое погружение обучающегося в профессиональную среду, путем работы по выбранной специальности.

В разработанные авторами программы практико-ориентированного обучения начиная с 2013 года был внедрен дуальный подход при проведении сквозных практик со второго по шестой курс на производстве. Начиная с третьего курса, студенты-практиканты работали по ступеням, осваивая рабочие горные профессии от простого к сложному: пробоотборщик, респираторщик, помощник командира отделения военизированных горноспасательных частей. Параллельно с получением первоначальных профессиональных навыков проводилось обучение в учебном центре, учебной шахте и полигонах с использованием фреймовых технологий. В процессе тренировок фреймовые технологии создают концептуальную основу развития индивидуальных когнитив-

ных способностей и формирования новых компетенций будущих горных инженеров, помогающие принимать управленческие решения в экстремальных условиях и при ликвидации последствий аварий.

Многообразие возможностей использования фреймов показывает перспективу их применения в образовательном процессе, стимулирует разработку новых методик практической подготовки, учитывающих теоретическую подготовку, изменчивость среды обучения, потребность профессионального

сообщества в новых знаниях и умениях будущего специалиста.

Несмотря на очевидные преимущества фреймовых и дуальных профессиональных технологий, для их широкого внедрения требуется вклад средств на тренировочное оборудование, симуляторы, программное обеспечение, которое может быть успешно реализовано при обоюдной заинтересованности в качестве специалиста двух сторон — профессорско-преподавательского состава вуза и работодателя.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арлашкина О. В.* Учебное занятие в вузе как фрейм: взгляд социолога // Высшее образование в российских регионах: вызовы XXI века. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург: Кабинетный ученый, 2018. С. 39–47.
2. *Вахитайн В. С.* Социология повседневности и теория фреймов. СПб.: Европейский университет, 2011. 334 с.
3. *Данилов А. Н., Гитман М. Б., Столбов В. Ю., Гитман Е. К.* Система подготовки инженерных кадров в современной России: образовательные траектории и контроль качества // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 3. С. 5–15.
4. *Двуличанская Н. Н., Пясецкий В. Б.* Инженерное образование: практико-ориентированный подход // Высшее образование в России. 2017. № 7 (214). С. 147–151.
5. *Дубровская Ю. А.* Профессионально-прикладная физическая подготовка как основа для формирования практических компетенций обучающихся в вузах силовых ведомств (на примере вузов МЧС России) // Образование. Наука. Научные кадры. 2019. № 4. С. 174–180. <https://doi.org/10.24411/2073-3305-2019-10213>
6. *Дубровская Ю. А.* Практико-ориентированный подход в рамках обеспечения качества целевой подготовки высококвалифицированных кадров по специальности Горное дело специализации «Технологическая безопасность и горноспасательное дело» // Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Планирование и обеспечение подготовки кадров для промышленно-экономического комплекса региона». СПб.: ЛЭТИ, 2020. С. 47–51.
7. *Дубровская Ю. А., Пихконен Л. В., Руденко Г. В.* Организационно-методический опыт практической подготовки студентов-горноспасателей // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2020. № 8 (186). С. 105–113. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.8.p105-113>
8. *Колодочка Т. Н.* Фреймовое обучение как педагогическая технология: дис. ... канд. пед. наук. Шуя, 2004. 211 с.
9. *Малязина М. А., Котова С. А.* Включение фреймового обучения в практику преподавания педагогических дисциплин в высшей школе // Педагогический журнал. Т. 7. № 2, 2017. С. 188–198.
10. *Медведев Н. В.* Фрейм как базовое понятие педагогических технологий // Сибирский педагогический журнал. 2011. С. 102–107.
11. *Минский М.* Фреймы для представления знаний. М.: Энергия, 1979. 152 с.
12. *Руденко Г. В.* Методика определения психофизиологического потенциала организма // Теория и практика физической культуры. 2018. № 4. С. 8–10.
13. *Соловьев А. Н., Приходько В. М.* Международное общество по инженерной педагогике: достижения за 45 лет // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 3. С. 85–95.
14. *Чучалин А. И.* Модернизация трехуровневого инженерного образования на основе ФГОС 3++ и CDIO++ // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 4. С. 22–32.
15. *Чучалин А. И.* Оценка компонентов учебных планов инженерных программ на соответствие рекомендациям CDIO-FCDI-FFCD Standards // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 7. С. 9–21.



16. Щербакова Е. Е., Мухина Т. Г., Плешков А. В. Фрейм-технология как условие развития креативности студентов // *Современные проблемы науки и образования*. 2016. № 6. С. 338–346.
17. Avsec S., Szewczyk-Zakrzewska A. Engineering students' self-efficacy and goal orientations in relation to their engineering design ability // *Global Journal of Engineering Education*. 2018. Vol. 20. No. 2. P. 85–90.
18. Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century (2005). 29 April 2017. [Online]. Available at: <https://www.nap.edu/read/11338> (accessed 17.03.2022).
19. Furlough C. S., Gillan D. J. Mental models: Structural differences and the role of experience // *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2018. Vol. 12. No. 4. P. 269–287. <https://doi.org/10.1177%2F1555343418773236>
20. Hadgraft R. G. New curricula for engineering education: Experiences, engagement, e-resources // *Global Journal of Engineering Education*. 2017. Vol. 19. No. 2. P. 112–117.
21. Poitras G., Poitras E. A cognitive apprenticeship approach to engineering education: The role of learning styles // *Engineering Education*. 2011. Vol. 6. No. 1. P. 62–72. <https://doi.org/10.11120/ened.2011.06010062>
22. Rouvrais S., Remaud B., Saveuse M. Work-based learning models in engineering curricula: Insight from the French experience // *European Journal of Engineering Education*. 2020. Vol. 2. P. 89–102. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1450846>
23. Tu S.-D. Total engineering education: The way to shape our future leadership // *Global Journal of Engineering Education*. 2006. Vol. 10. No. 2. P. 117–127.
24. Van den Oever F., Schraagen J. M. Team communication patterns in critical situations // *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2021. Vol. 15. No. 1. P. 28–51. <https://doi.org/10.1177%2F1555343420986657>

## REFERENCES

1. Arlashkina O. V. Uchebnoe zanyatie v vuze kak frejm: vzglyad sotsiologa // *Vysshee obrazovanie v rossijskikh regionakh: vyzovy XXI veka. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ekaterinburg: Kabinetnyj uchenyj, 2018. S. 39–47.
2. Vakhshajin V. S. Sotsiologiya povsednevnosti i teoriya frejmov. SPb.: Evropejskij universitet, 2011. 334 s.
3. Danilov A. N., Gitman M. B., Stolbov V. Yu., Gitman E. K. Sistema podgotovki inzhenernykh kadrov v sovremennoj Rossii: obrazovatel'nye traektorii i kontrol' kachestva // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2018. T. 27. № 3. S. 5–15.
4. Dvulichanskaya N. N., Pyasetskij V. B. Inzhenernoe obrazovanie: praktiko-orientirovannyj podkhod // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2017. № 7 (214). S. 147–151.
5. Dubrovskaya Yu. A. Professional'no-prikladnaya fizicheskaya podgotovka kak osnova dlya formirovaniya prakticheskikh kompetensij obuchayushchikhsya v vuzakh silovykh vedomstv (na primere vuzov MChS Rossii) // *Obrazovanie. Nauka. Nauchnye kadry*. 2019. № 4. S. 174–180. <https://doi.org/10.24411/2073-3305-2019-10213>
6. Dubrovskaya Yu. A. Praktiko-orientirovannyj podkhod v ramkakh obespechenie kachestva tselevoj podgotovki vysokokvalifitsirovannykh kadrov po spetsial'nosti Gornoe delo spetsializatsii "Tekhnologicheskaya bezopasnost' i gornospasatel'noe delo" // *Materialy XVIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Planirovanie i obespechenie podgotovki kadrov dlya promyshlennno-ekonomicheskogo kompleksa regiona"*. SPb.: LETI, 2020. S. 47–51.
7. Dubrovskaya Yu. A., Pikhkonen L. V., Rudenko G. V. Organizatsionno-metodicheskij opyt prakticheskoy podgotovki studentov-gornospasatelej // *Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta*. 2020. № 8 (186). S. 105–113. <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.8.p105-113>
8. Kolodochka T. N. Frejmovoe obuchenie kak pedagogicheskaya tekhnologiya: dis. ... kand. ped. nauk. Shuya, 2004. 211 s.
9. Malyazina M. A., Kotova S. A. Vkluchenie frejmovogo obucheniya v praktiku prepodavaniya pedagogicheskikh distsiplin v vysshej shkole // *Pedagogicheskij zhurnal*. T. 7. № 2, 2017. S. 188–198.
10. Medvedenko N. V. Frejm kak bazovoe ponyatie pedagogicheskikh tekhnologij // *Sibirskij pedagogicheskij zhurnal*. 2011. S. 102–107.
11. Minskij M. Frejmy dlya predstavleniya znaniy. M.: Energiya, 1979. 152 s.
12. Rudenko G. V. Metodika opredeleniya psikhofiziologicheskogo potentsiala organizma // *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. 2018. № 4. S. 8–10.
13. Solov'ev A. N., Prikhod'ko V. M. Mezhdunarodnoe obshchestvo po inzhenernoj pedagogike: dostizheniya za 45 let // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2018. T. 27. № 3. S. 85–95.

- 
14. *Chuchalin A. I.* Modernizatsiya trekhurovneвого inzhenerного obrazovaniya na osnove FGOS 3++ i CDIO++ // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2018. T. 27. № 4. S. 22–32.
  15. *Chuchalin A. I.* Otsenka komponentov uchebnykh planov inzhenernykh programm na sootvetstvie rekomendatsiyam CDIO-FCDI-FFCD Standards // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2020. T. 29. № 7. S. 9–21.
  16. *Shcherbakova E. E., Mukhina T. G., Pleshkov A. V.* Frejm-tehnologiya kak uslovie razvitiya kreativnosti studentov // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016. № 6. S. 338–346.
  17. *Avsec S., Szewczyk-Zakrzewska A.* Engineering students' self-efficacy and goal orientations in relation to their engineering design ability // *Global Journal of Engineering Education*. 2018. Vol. 20. No. 2. P. 85–90.
  18. *Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century (2005)*. 29 April 2017. [Online]. Available at: <https://www.nap.edu/read/11338> (accessed 17.03.2022).
  19. *Furlough C. S., Gillan D. J.* Mental models: Structural differences and the role of experience // *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2018. Vol. 12. No. 4. P. 269–287. <https://doi.org/10.1177%2F1555343418773236>
  20. *Hadgraft R. G.* New curricula for engineering education: Experiences, engagement, e-resources // *Global Journal of Engineering Education*. 2017. Vol. 19. No. 2. P. 112–117.
  21. *Poitras G., Poitras E.* A cognitive apprenticeship approach to engineering education: The role of learning styles // *Engineering Education*. 2011. Vol. 6. No. 1. P. 62–72. <https://doi.org/10.11120/ened.2011.06010062>
  22. *Rouvrais S., Remaud B., Saveuse M.* Work-based learning models in engineering curricula: Insight from the French experience // *European Journal of Engineering Education*. 2020. Vol. 2. P. 89–102. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1450846>
  23. *Tu S.-D.* Total engineering education: The way to shape our future leadership // *Global Journal of Engineering Education*. 2006. Vol. 10. No. 2. P. 117–127.
  24. *Van den Oever F., Schraagen J. M.* Team communication patterns in critical situations // *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2021. Vol. 15. No. 1. P. 28–51. <https://doi.org/10.1177%2F1555343420986657>