

УДК 378.1

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

**Шейнбаум Виктор Соломонович**, кандидат технических наук, профессор кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности, советник ректора, shvs@gubkin.ru

**Пятибратов Петр Вадимович**, кандидат технических наук, доцент, декан факультета разработки нефтяных и газовых месторождений, и. о. заведующего кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, rnm@gubkin.ru

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 65.

В прошедшем году решением министерства науки и высшего образования Российской Федерации обновлен перечень универсальных компетенций, которыми в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения (ФГОС 3++) должны овладеть выпускники бакалавриата. Под первым номером в этом перечне стоит компетенция «критическое и системное мышление». В статье излагается опыт Российского Государственного университета нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина по развитию этой компетенции в процессе междисциплинарного обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности, включающего проектирование ими деятельности по разработке виртуального месторождения нефти.

**Ключевые слова:** инженерная деятельность, проектирование, системное мышление, нефтяной промысел, жизненный цикл техники и технологий.

### Исходные посылки

Согласно ФГОС 3++ одним из требуемых результатов освоения студентами образовательной программы инженерного профиля является приобретение ими компетенций системного и критического мышления, командной работы и лидерства [1].

Еще недавно в фокусе подготовки инженерных кадров было проектное мышление – видение всего жизненного цикла проектируемой техники и технологий с пониманием генетической обусловленности результатов использования по назначению этих продуктов инженерной деятельности теми проектными решениями, которые принимаются на начальных стадиях в данном цикле – при определении целей и ключевых потребительских характеристик и параметров с учетом более высоких в сравнении с физическим изнашиванием темпов морального изнашивания современной техники. Сюда же включалось и понимание, что активно используемые уже 40 лет системы автоматизированного проектирования (САПР), компонентами которых являются подсистемы CAD/CAE/CAM (computer aided design/ computer aided engineering/ computer aided manufacturing) могут в полной мере реализовать свой потенциал в

части эффективности только в рамках концепции PLM (Product Lifecycle Management) и на базе единых цифровых платформ типа созданной в СПбПУ Петра Великого отечественной платформы «CML-Bench™», позволяющих осуществлять в автоматизированном режиме управление всем жизненным циклом техники и технологии вплоть до их утилизации. Более того, проектное мышление уже считается ограниченным без понимания сущности новой парадигмы проектной деятельности и управления проектами, основанной на «умных» цифровых двойниках (Smart Digital Twin) [2].

Теперь же уровень требований к новому поколению инженерных кадров поднимется на качественно более высокий уровень, поскольку системное мышление предполагает существенно более широкий горизонт видения инженерной деятельности как динамической полиструктурной, по выражению Г.П. Шедровицкого [3], мультипрофессиональной (чаще говорят мультидисциплинарной) системы разделения труда в ее взаимосвязях с другими видами профессиональной деятельности и, главное, неуклонно повышающей для человечества риски скорой технологической сингулярности [4].

Не счесть публикаций, посвященных сущности и развитию системного мышления. Среди работ обзорных, агрегирующих множественность аспектов этой темы, подходов к ее анализу, различных практик и достижений, в первую очередь, конечно же выделяется ставший бестселлером капитальный почти восьмисотстраничный труд А.Е. Левенчука «Системное мышление», предлагаемый автором в качестве учебника для вузов [5].

Не претендуя на какой-либо вклад в теорию вопроса, мы в настоящей статье изложим опыт Губкинского университета в развитии системного мышления у студентов с помощью уже известной академическому сообществу технологии междисциплинарного обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности [6].

Конкретно речь пойдет о проектировании разработки виртуального нефтяного месторождения. Разработка месторождений полезных ископаемых – это мультидисциплинарная инженерная деятельность, в которой задействованы специалисты в разных областях. Это геология нефти и газа и нефтегазовая геофизика, бурение многокилометровых по протяженности скважин, геолого-гидро- и термодинамическое моделирование залежей углеводородов, технологии их добычи и подготовки к транспортировке, технологии производства и применения специальных химических реагентов, инженерная механика, энергетика, автоматизация производственных процессов и еще полдюжины областей. А продуктом проектирования данной деятельности является проект создания ее специфической организованности – предприятия, именуемого нефтяным промыслом, которое должно реализовывать технологические процессы по извлечению углеводородов из залежей на поверхность в течение ряда лет, иногда и полувека.

Логику, которой мы руководствовались в своей работе, раскрывает подход к познавательной деятельности знаменитого физика, нобелевского лауреата Ричарда фон Неймана, который говаривал, что он способен понять что-либо, когда ему ясно, как это построить [7]. В этой логике способность проектировать (иначе говоря, описать в определенной семиотической системе как построить) деятельность по освоению месторождения углеводородов означает для нас наличие способности мыслить системно.

При этом наше онтологическое представление о проектировании профессиональной деятельности сложилось из следующих «трех источников и составных частей». Это, во-первых, энциклопедическое определение деятельности как «формы активного отношения людей к окружающему миру, существо которого составляет его целесообразное изменение в их интересах» [8]. Во-вторых, понимание проектирования, данное известным польским праксиологом В. Гаспарским и гласящее, что «проектирование – это информационная подготовка действия, направленного на изменение реальности» [9], и, в-третьих, изложенная в многочисленных публикациях и лекциях П.Г. Шедровицкого аргументация в пользу того, что социальная, в том числе и профессиональная деятельность – это система разделения труда [10]. Этой аргументацией П.Г. Шедровицкий развивает идеи уже упомянутого выше выдающегося философа второй половины XX столетия Г.П. Шедровицкого, писавшего, что «система человеческой социальной деятельности оказывается полиструктурной, то есть состоит из многих, как бы наложенных друг на друга структур, а каждая из них в свою очередь состоит из множества частных структур, находящихся в иерархических отношениях друг с другом» [3].

Таковой, разумеется, является и инженерная деятельность. Ее можно рассматривать в целом, глобально, образно говоря, в большой телескоп из космоса. А можно – в микроскоп, исследуя деятельность конкретного субъекта – индивидуального предпринимателя, малого предприятия, отдельной инженеринговой компании – своего рода молекул той субстанции, которой является для нас инженерная деятельность.

И здесь главное в том, что коль скоро мы встали на точку зрения, что инженерная деятельность есть сложная система, что ее можно изучать, исследовать, изменять, иначе говоря управлять ею – начинать, прекращать, расширять, улучшать, запрещать – мы не можем не признать, что ее можно планировать, программировать и проектировать.

Человеческая деятельность рекурсивна. Она сама себя изменяет, развивает. Она по определению целенаправлена. А целеполагание есть первый акт проектирования деятельности.

Инженерная деятельность по отношению ко всем другим видам человеческой деятель-

ности, поставляя им инструментарий – технические средства и технологии, выступает как особая сфера услуг, а зачастую как встроенная, «проросшая» в них подсистема (цеха и фабрики декораций в театрах и киностудиях, инженерные службы в образовательных учреждениях, спортивные комплексы и т. д.). Без системного мышления спроектировать сложную систему, обслуживающую другие системы, очевидно, невозможно в принципе.

Необходимо при этом подчеркнуть принципиальное отличие понятий деятельности и профессиональной деятельности. В числе критических замечаний, полученных одним из авторов 20 лет назад после выхода в свет первого издания книги «Методология инженерной деятельности», рекомендованной в качестве учебного пособия для студентов вузов нефтегазового профиля, было и такое: деятельность – это имманентно присущая Homo Sapiens форма его бытия, его сущностная особенность как биологического вида, и поэтому проектировать ее как таковую – это бессмысленно в той же мере, в какой бессмысленно проектировать дыхание, прием пищи, говорение.

Разумеется, с этим не поспоришь. Однако никто не будет оспаривать, что «правильное» дыхание можно программировать и проектировать, «правильный» прием пищи и «правильное» говорение (уже даже на уровне произнесения отдельных букв) тоже можно программировать и спроектировать. Иначе говоря, также, как нормируются обществом и реализуются представления о здоровом/«правильном» образе жизни человека, так нормируются и профессиональные деятельности людей. Человеческая практика, наука, инже-

нерия формулируют эти нормы, как правило, достаточно размытые, меняет их со временем, порою кардинально, и вырабатывают рецепты (а это уже проектный документ), как и с помощью чего поддерживать эти деятельности, и масштабные, и на уровне небольших организаций в русле нормативов, и не просто поддерживать, но совершенствовать (улучшать, повышать продуктивность и эффективность и т. д.).

### Концептуальное проектирование деятельности по разработке нефтяного месторождения

Нефтяной промысел как предприятие встроено в полиструктурную динамическую систему *разделения труда*, которую можно отобразить следующей схемой (рис. 1).

О каждой отдельной деятельности на данной схеме и деятельности в целом по проектированию нефтяного промысла как специфического предприятия можно получить целостное, системное представление, имея описание следующих ее основных атрибутов (рис. 2):

- предмет деятельности;
- среда деятельности;
- цели и критерии оценки деятельности, их первооснова (ценности, потребности);
- объекты деятельности;
- субъекты деятельности;
- средства (ресурсы, инфраструктура) деятельности, их источники (поставщики);
- процесс деятельности, ее жизненный цикл: стадии, этапы (цепочки формирования добавленной стоимости), их содержание, длительности, причинно-следственные связи;
- способы (технологии), организованности (функциональная и морфологическая

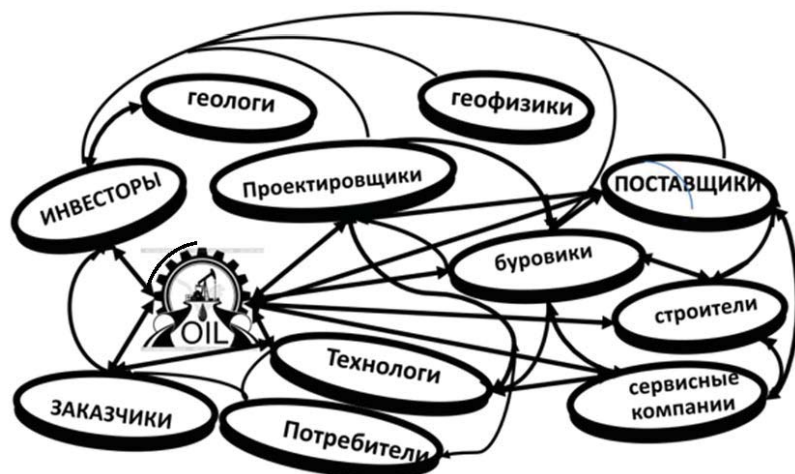


Рис. 1. Основные субъекты деятельности по освоению месторождений  
Fig. 1. The main actors in the development of deposits



Рис. 2. Онтологическая схема инженерной деятельности  
Fig. 2. Ontological scheme of engineering activity

структура, целостность, эмерджентность, открытость, изменчивость);

- результаты (продукты) деятельности, их потребители.

В курсе методологии инженерной деятельности, читаемом параллельно с тренингами междисциплинарных команд студентов по проектированию разработки учебного нефтяного месторождения, и оперативному управлению им подробно рассматривается каждый из этих атрибутов в их увязке с цивилизационным развитием человечества, в частности, с происходящей в настоящее время очередной промышленной революцией и формированием нового технологического уклада. Особо подчеркивается, что инженерная деятельность отнюдь не тождественна деятельности инженеров, как это трактуется в целом ряде книг, адресованным и рекомендуемым студентам вузов. В этом же контексте обсуждаются вопросы включения в систему разделения труда при проектировании деятельности по освоению ресурсов углеводородов искусственного интеллекта, придания ему «ограниченной в правах» субъектности.

Всякая профессиональная деятельность конституируется через организованность. В современной инженерной деятельности этими организованностями являются корпорации, инжиниринговые центры, компании, заводы, фабрики, верфи, мастерские, конструкторские бюро, проектные институты, стройки, шахты, прииски, промыслы, депо,

предприятия ЖКХ, автосервиса, артели, фабрики-кухни, ателье и тому подобное. В принципе, инженерной деятельностью могут заниматься и индивидуальные предприниматели с помощниками и даже без них. Тем не менее и в этом случае наличествует разделение труда: в этой деятельности функции проектировщика целиком или частично, как правило, берет на себя заказчик, предприниматель, как бы через аутсорсинг, пользуется услугами охранников, уборщиков, перевозчиков и т. д.

В каждой деятельности как системе можно выделить управляющую и управляемые подсистемы (блоки, модули). На рис. 2 важные функции управления, наличествующие в инженерной деятельности и осуществляемые в рамках ее организованности (управление портфелем заказов и выбор цели, управление информационными потоками, управление поставками, движением средств, включая финансовые, и ресурсов, включая кадровые, управление персоналом, в частности, рекрутинг, повышение квалификации, мотивирование работников, управление сбытом посредством PR и торговли, управление портфелем заказов) отображают стрелки.

Если продукт инженерной деятельности нов в том смысле, что ранее подобные продукты никем не производились, и к тому же востребован, можно говорить о создании нового вида инженерной деятельности. Ее новизна может иметь глобальный характер, а может относиться к отдельному региону. Этот



факт в данном контексте несущественен. Ракетостроение как отрасль промышленности появилось до С.П. Королева, но руководимые им отечественные предприятия создали первый в мире пилотируемый космический корабль. И день 12 апреля 1961 года, когда Ю.А. Гагарин совершил на таком корабле первый полет в космос, стал днем рождения нового вида деятельности – космонавтики. Нам представляется, что каждый стартап – это зародыш нового вида деятельности.

Теоретики предпринимательской деятельности широко используют понятие бизнес-модели, которое кратко может быть определено как концептуальное описание предпринимательской деятельности, в том числе связанной с добычей нефти и газа. А это значит, что разработку такой модели правомерно рассматривать как концептуальное проектирование предпринимательской деятельности.

На простейших примерах инженерной деятельности (рис. 3) студенты учатся анализировать ее по приведенной выше схеме, а затем выполняют упражнения по пополнению банка подобных примеров с их описанием.



**Рис. 3.** Двухсубъектная деятельность. Один из грузчиков – директор предприятия, бухгалтер и водитель в одном лице

**Fig. 3.** Two-subject activity. One of the movers is the director of the enterprise, accountant and driver in one person

Главный же проект, который они выполняют, – концептуальный проект разработки месторождения, который требуется для участия в тендере на получение лицензии. Цель той части проекта, которая поручается студентам, – получение необходимых исходных данных для создания коммерческого предприятия, именуемого нефтяным промыслом, которое должно с привлечением субподрядчиков реализовать весь комплекс работ по освоению месторождения и обеспечению рентабельной нефтедобычи в течение его жизненного цикла.

Суть работы создаваемой ими самими междисциплинарной проектной команды – в анализе возможных вариантов и выборе

рациональной системы разработки месторождения, или, иными словами, комплекса взаимосвязанных инженерных решений, конкретизирующих объект и технологии разработки, а именно физико-химические характеристики добываемой нефти, методы воздействия на продуктивный пласт, количество, соотношение и расположение добывающих и нагнетательных скважин, способы управления разработкой, состав оборудования для подготовки нефти к транспортировке потребителям, проектные технологические и экономические показатели, меры по охране недр и окружающей среды. Проектные решения должны учитывать интересы недропользователя и государства, в упрощенном варианте выражающиеся в соответствующих дисконтированных доходах обеих сторон и определяемые комплексным интегральным показателем [11].

Именно эти решения определяют функциональную и организационную структуру промысла, необходимые компетенции персонала, штатные расписания подразделений, должностные обязанности, требуемый фонд оплаты труда – одним словом, всю ту систему разделения труда, которая обеспечит экономически эффективное освоение месторождения.

Выполняется данный проект в рамках новой, не имеющей аналогов в высшей школе страны дисциплины «Проектирование разработки месторождений в виртуальной среде профессиональной деятельности», предусмотренной в учебных планах студентов, обучающихся в бакалавриате по направлениям нефтегазовое дело, экономика, химическая технология, а также на специальностях «технология геологической разведки и прикладная геология». В организации работы по проекту определяющими два фактора: с одной стороны, это необходимость ее распараллеливания для решения членами команды своих узкопрофильных инженерных задач, это к примеру, интерпретация геофизических исследований скважин, построение геологической модели месторождения или расчет технологических показателей разработки, с другой стороны, необходимость регулярного взаимодействия и решения междисциплинарных задач, требующих коллективной мыследеятельности проектной команды.

В соответствии с этим, работа по проекту ведется на нескольких кафедрах, где их сту-

денты – исполнители проекта – решают профильные задачи и при этом имеют возможность консультироваться у своих научных руководителей, а также в Центре управления разработкой месторождений (ЦУРМ) – ситуационном центре (рис.4), где под руководством главного инженера проекта (ГИП) проводятся совещания-сессии проектной команды для обсуждения текущего статуса проекта, рассмотрения и утверждения проектных решений, значимых для всех или нескольких ее членов, и уточнения последующих работ.

ГИПом – руководителем проектной команды назначается один из ведущих преподавателей кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, а функции ответственного исполнителя (ОИП) – лидера проекта – возлагаются на студента 4 курса этой кафедры. ГИП излагает ему основную цель проекта, определяет сроки его выполнения, предоставляет необходимые исходные данные.

Первое поручение ГИП, которое ответственный исполнитель должен выполнить, включает подготовку предварительных предложения, касающихся способа выполнения проектного задания, то есть декомпозиции и своего видения дерева целей проекта, содержания и структуры необходимых работ, соответствующих принятому в нефтедобыче разделению труда в проектной деятельности, составу проектной команды.

После обсуждения представленных ОИП предложений, их корректировки (при необходимости) и утверждения ГИПом, на кафедры, студенты которых должны войти в проектную команду, направляются соответствующие предложения, а также результаты уже проделанной ОИП работы.

На все это отводится первые полторы недели 8-го семестра. Повестка последующих двух встреч в ЦУРМе сформированной проектной команды включает обсуждение предложенного ОИП дерева целей проекта, дорожной карты его выполнения, роли и места каждого участника в общей работе команды, организации их взаимодействия.

Проектирование – итерационный процесс, каждая отдельная проектная процедура может в итоге потребовать корректировки а нередко и пересмотра предыдущих проектных решений. В одну из задач ГИП как модератора совместных совещаний-сессий членов проектной команды входит наряду с констатацией неизбежности подобных «петель» в проекти-

ровании, организация коллективной рефлексии студентов относительно причины каждой итерации.

Это очень важный момент в развитии у них системного мышления. Из года в год при реализации междисциплинарного проектирования разработки виртуальных месторождений повторяется ситуация, когда студенты, участвовавшие в проекте, изначально полагают, что их задача как проектировщиков состоит исключительно в том, чтобы а) получить исходные данные от руководителя или тех коллег, кто выполнял работы предыдущего этапа, б) решить поставленную им задачу и защитить результаты, в) передать их тем, кто запросит. На этом свою роль в проекте они считают исчерпанной. При этом цель всего проекта им представляется весьма абстрактной, значимой лишь для тех, кто выполняет работы завершающего этапа, по их мнению это, как правило, это экономисты. Главное для них – получить подтверждение от ГИПа, что, решая свои задачи, они получили правильный результат. И только в процессе командной работы над проектом, регулярных итераций приходит понимание многовариантности их правильных результатов, что конечный результат проекта формируется как непросто достигаемый компромисс между всеми членами команды, и, более того, что проектные решения, обеспечившие команде победу в тендере на получения лицензии, вполне возможно, придется пересматривать на этапе реализации проекта.

Параллельно с работой в проектом, в определенном с дорожной картой, режиме в ЦУРМе для участников проектной команды проводятся занятия-консультации по использованию в их работе современных инструментальных средств проектной деятельности в нефтедобыче: программных продуктов в области трехмерного геолого-термогидродинамического моделирования, проектирования систем сбора и подготовки продукции, проектирования строительства скважин, подбора внутрискважинного оборудования, в том числе Petrel, Eclipse, Pipesim (Schlumberger), IRAP RMS (Rohar), ПК «Инженерные расчеты строительства скважин» («Бурсофтпроект»), Автотехнолог (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина), SubPUMP, PERFORM (IHS).

На рис. 4 представлен слайд с примером основных проектных решений, принятых одной из междисциплинарных команд в ходе выполнения проекта.



Рис. 4. Примеры решений, принятых одной из междисциплинарных команд в ходе выполнения проекта

Fig. 4. Examples of decisions made by one of the interdisciplinary teams during the project

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телешова И.Г. ФГОС ВО 3++. Примерные программы: содержание, принципы разработки. URL: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=69133&p=attachment> (дата обращения: 05.09.2020).
2. Боровков А.И., Рябов Ю.А., Марусева В.М. Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения // Цифровое производство: методы, экосистемы, технологии. – МШУ СКОЛКОВО. – 2018. – С. 24–44.
3. Шедровицкий Г.П. Исходные представления и категориальные средства теории деятельности. URL: <https://fondgp.ru/publications/%D0%B8%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%B8-%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB/> (дата обращения: 05.09.2020).
4. Назаретян А.П. Кошмары и надежды сингулярности (заметки к дискуссии) // Историческая психология и социология истории. – 2018. – № 2. – С. 113–123.
5. Левенчук А.Е. Системное мышление. – М.: Ridero, 2020. – 800 с.
6. Мартынов В.Г., Шейнбаум В.С., Пятибратов П.В., Сарданашвили С.А. Реализация междисциплинарного обучения в виртуальной среде проектной и производственной деятельности // Инженерное образование. – 2014. – № 14. – С. 5–11.
7. Бурцев М.С. Что могут нейронные сети и как они изменят нашу жизнь // Коммерсант. – 2017. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiF7-e5z4HtAhVopYsKnbemCJwQFjACegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.kommersant.ru%2Fdoc%2F3495930&usq=AOvVaw1DyXDCv2bvexleakY6NxW> (дата обращения: 05.09.2020).
8. Философский энциклопедический словарь – М.: ИНФРА-М, 2003. – 575 с.
9. Гаспарский В. Системная методология. Некоторые замечания о ее природе, структуре и применение // Системные исследования. Ежегодник. – М.: Наука, 1977. – С. 48–60.
10. Шедровицкий П.Г. Вызовы III промышленной революции инженерному вузу. Лекция в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. URL: <https://gubkin.ru/general/structure/cic/orp/Shablon/Shchedrovitsky%20P.%20G.%20Lecture%2030.05.2016.pdf> (дата обращения: 05.09.2020).
11. «Об утверждении Правил подготовки технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья» (Зарегистрировано в Минюсте России 02.10.2019 N 56103). Приказ Минприроды России от 20.09.2019 N 639. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_334817/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_334817/) (дата обращения: 05.09.2020).

Дата поступления: 10.09.2020

## DESIGNING ENGINEERING ACTIVITIES AS A WAY TO DEVELOP SYSTEM THINKING

**Victor S. Sheinbaum,**

Cand. Sc., Professor of the Department of Machines and Equipment of the Oil and Gas Industry, Advisor to the Rector, shvs@gubkin.ru

**Petr V. Pyatibratov,**

Cand. Sc., Associate Professor, Dean of the Faculty of Oil and Gas Fields Development, Acting Head of the Department of Development and Operation of Oil Fields, rnm@gubkin.ru

National University of Oil and Gas «Gubkin University»,  
65, Leninsky ave., Moscow, 119991, Russia.

Last year, by the decision of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, the list of universal competencies was updated, which, in accordance with the Federal State Educational Standards of the third generation (FSES 3 ++), must be mastered by undergraduate graduates. The first number in this list is the competence “critical and systems thinking”. The article describes the experience of the Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I.M. Gubkin on the development of this competence in the process of interdisciplinary training of students in a virtual environment of professional activity, including the design of activities for the development of a virtual oil field.

**Key words:** engineering activity, design, systems thinking, oil field, life cycle of equipment and technologies.

## REFERENCES

1. Teleshova I.G. *FGOS VO 3++*. *Primernyye programmy: sodержaniye, printsipy razrabotki* [Teleshova I.G. FGOS VO 3 ++. Sample programs: content, principles of development]. Available at: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=69133&p=attachment> (accessed: 05.09.2020).
2. Borovkov A.I., Ryabov Yu.A., Maruseva V.M. *Novaya paradigma tsifrovogo proyektirovaniya i modelirovaniya global'no konkurentosposobnoy produktsii novogo pokoleniya* [A new paradigm of digital design and modeling of globally competitive products of a new generation]. *Tsifrovoye proizvodstvo: metody, ekosistemy, tekhnologii*. MshU SKOLKOVO, 2018, pp. 24–44.
3. Shchedrovitskiy G.P. *Iskhodnyye predstavleniya i kategorialnyye sredstva teorii deyatel'nosti* [Initial concepts and categorical means of the theory of activity]. Available at: <https://fondgp.ru/publications/%D0%B8%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B-F%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B-B%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%B8-%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB/> (accessed: 05.09.2020).
4. Nazaretyan A.P. *Koshmary i nadezhdy singulyarnosti (zametki k diskussii)* [Nightmares and hopes of the singularity (notes for discussion)]. *Istoricheskaya psikhologiya i sotsiologiya istorii*. 2018, no. 2, pp. 113–123.
5. Levenchuk A.E. *Sistemnoye myshleniye* [Systems thinking]. Moscow, Ridero, 2020. 800 p.
6. Martynov V.G., Sheynbaum V.S., Pyatibratov P.V., Sardanashvili S.A. *Realizatsiya mezhdistsiplinarnogo obucheniya v virtualnoy srede proyektnoy i proizvodstvennoy deyatel'nosti* [Implementation of interdisciplinary training in a virtual environment of design and production activities]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2014, no. 14, pp. 5–11.
7. Burtsev M.S. *Chto mogu neyronnyye seti i kak oni izmenyat nashu zhizn* [What can neural networks do and how they will change our lives]. *Kommersant*. 2017. Available at: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKE-wiF7-e5z4HtAhVopYsKHbemCJwQFjACegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.kommersant.ru%2Fdoc%2F3495930&usq=AOvVaw1DyXDcV2bvexleakY6NxW> (accessed 05.09.2020).
8. *Filosofskiy entsiklopedicheskiy slovar* [Philosophical Encyclopedic Dictionary]. Moscow, IN-FRA-M, 2003. 575 p.
9. Gasparskiy V. *Sistemnaya metodologiya. Nekotoryye zamechaniya o yeye prirode, strukture i primeneniye* [System methodology. Some remarks about its nature, structure and application]. *Sistemnyye issledovaniya. Yezhegodnik*. Moscow, Nauka, 1977, pp. 48–60.
10. Shchedrovitskiy P.G. *Vyzovy III promyshlennoy revolyutsii inzhenernomu vuzu. Lektsiya v RGU nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina* [Challenges of the III industrial revolution to an engineering



university. Lecture at the Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I.M. Gubkin]. Available at: <https://gubkin.ru/general/structure/cic/orp/Shablon/Shchedrovitsky%20P.%20G.%20Lecture%2030.05.2016.pdf> (accessed: 05.09.2020).

11. *“Ob utverzhdenii Pravil podgotovki tekhnicheskikh proyektov razrabotki mestorozhdeniy uglevodorodnogo syrya”* (Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 02.10.2019 N 56103) [“On approval of the Rules for the preparation of technical projects for the development of hydrocarbon deposits” (Registered with the Ministry of Justice of Russia on 02.10.2019 N 56103)]. Prikaz Minprirody Rossii ot 20.09.2019 N 639. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_334817/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_334817/) (accessed: 05.09.2020).

Received: 10.09.2020