

Обучение студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности на примере междисциплинарного тренинга

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
В.С. Шейнбаум, П.В. Пятибратов, М.С. Хохлова,
Д.В. Гришин, А.А. Пельменёва

В РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина разработана и успешно развивается технология обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности. Обучение проводится в форме тренингов для междисциплинарных групп студентов, в рамках которых имитируется реальная проектная и производственная деятельность специалистов. В статье приводится пример одного из тренингов.

Ключевые слова: междисциплинарное обучение, тренинг, виртуальная среда профессиональной деятельности, профессиональные стандарты.

Key words: interdisciplinary learning, training, virtual environment for professional activities, professional standards.

В индустрии знаний, доминирующей отрасли в экономике стран – лидеров научно-технического прогресса, роль одного из системообразующих институтов берут на себя университеты. Ставший уже классическим пример – Кремниевая долина и Стэнфордский университет, ее alma mater.

Многообразие направлений развития университетского инженерного образования в проекции на отечественную высшую школу иллюстрирует нижеследующая схема (рис. 1).

В одном из представленных направлений, а именно в создании в университете принципиально новой среды обучения – виртуальной среды современной инженерной деятельности, и реализации в ней междисциплинарных образовательных технологий – наша страна в целом и Губкинский университет, в частности, относятся к первопроходцам.

Соответствующий инновационный проект, запущенный в университете десять лет назад благодаря субсидии Минобрнауки России, точнее, его результаты были отмечены в прошедшем году

премией Правительства Российской Федерации в области образования.

Для лучшего понимания смыслов данного проекта стоит начать с того, что десять лет назад Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП) в союзе с Минобрнауки России выступил локомотивом перехода на новую нормативную базу в сфере квалификаций, конкретно на профессиональные стандарты (ПС). Активность и последовательность РСПП дали свои плоды: в мае 2012 года вышел известный Указ Президента страны, предписывающий форсированную (в течение двух лет) разработку восьмисот ПС. А в конце того же года Трудовой кодекс РФ был дополнен новой статьей (195-1), раскрывающей понятие квалификации и статус ПС как основного документа, определяющего требования к квалификации работников. Эти требования в ПС не сформулированы в компетентностном формате, но в неявном виде необходимые работникам профессиональные компетенции (как знания, умения и навыки) определены вполне четко. Существенно то, что эти компе-

Рис. 1. Многообразие инновационных образовательных проектов XXI века



тенции привязаны к конкретным трудовым функциям и трудовым действиям. Выступая в качестве исходного документа для создания Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), а на их основе – основных образовательных программ (ООП) высшего образования, ПС четко определяют и модель деятельности, к продуктивному участию в которой должен быть подготовлен выпускник вуза.

Вот эту модель деятельности и оказывается возможным реализовать в той новой среде обучения, которая была определена как виртуальная среда профессиональной деятельности (ВСПД) [1]. Создавая ее в рамках вышеуказанного инновационного проекта, Губкинский университет одновременно активно подключился к разработке ПС для нефтегазового комплекса (НГК). В рамках программы развития университета как национального исследовательского были разработаны с участием ведущих работодателей НГК проекты ПС по всей тех-

нологической цепочке нефтегазового производства.

Междисциплинарные образовательные технологии (МОТ) в ВСПД реализуются в форме тренингов и используют методологию case-study [2, 3].

Ниже на примере виртуального нефтяного промысла представлен вариант одной из разработанных МОТ.

Основные элементы виртуального промысла – это:

- 3D геологическая и гидродинамическая модели месторождения;
- цифровые (компьютерные) модели технологических процессов и соответствующих технологических объектов (скважины, скважинное оборудование, оборудование системы сбора и подготовки скважинной продукции);
- объединенные в систему с помощью локальной вычислительной сети высокой производительности компьютеризированные рабочие



В.С. Шейнбаум



П.В. Пятибратов



М.С. Хохлова



Д.В. Гришин



А.А. Пельменёва

места (АРМы) специалистов различного профиля, совместно работающих на промысле: геолога, разработчика, технологов различных цехов (служб), буровика, механика, химика, эколога, экономиста, специалиста по промышленной безопасности;

- ситуационный центр принятия решений – Центр управления разработкой месторождений – ЦУРМ.

Метод обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности – имитация реальной производственной деятельности специалистов промысла – геологов, геофизиков, разработчиков, буровиков, механиков, энергетиков, промысловых химиков – в режиме online. Ее содержанием является совместный анализ реальных производственных ситуаций (кейсов), поиск и принятие, реализация решений, а также последующий мониторинг развития ситуации.

Подчеркнем еще раз: в основу данной образовательной технологии положены принципы:

- обучение через деятельность;
- междисциплинарности деятельности;
- опережающее обучение.

Рассматриваемая МОТ реализуется в рамках дисциплины «Оперативное управление промыслом», включенной как практикум дисциплины «Методология инженерной деятельности», читаемой магистрантам, в ООП магистратуры по направлениям «Нефтегазовое дело», «Технологические машины и оборудование», «Химическая технология и биотехнология», «Экономика» и «Менеджмент».

Методология Case-study предполагает постоянное обновление и пополнение используемых в обучении кейсов. Как показал опыт – это самая сложная и дорогостоящая работа во всем проекте организации междисциплинарного обучения в ВСПД.

Рассматриваемый в статье пример

приводится именно для того, чтобы проиллюстрировать это обстоятельство.

В данном контексте кейс, иначе говоря, информационная основа сценария одного из тренингов – это производственная ситуация, возникшая на вполне конкретном месторождении севера Тюменской области, состоящая в резком обводнении продукции одной из более, чем 100 добывающих скважин. Тренинг по своему содержанию должен симитировать рабочее совещание по анализу и выяснению причин сложившейся ситуации, и на него приглашаются студенты различных магистерских направлений, которые должны играть роли соответственно – главного инженера промысла, разработчика, руководителя геологической службы промысла, руководителя подрядной буровой организации, главного механика промысла.

И для проведения тренинга, прежде всего, требуется заранее обеспечить этих студентов той информацией по месторождению, которой владеют те специалисты, роли которых они выполняют. Причем в необходимой полноте и целостности. Это важнейший и ответственный этап в реализации МОТ.

Формат публикации не позволяет привести весь объем исходной информации, тем более что большая часть информации представлена в таблице EXCEL, в копиях оригиналов документов и т.д., поэтому далее приводится сокращенный набор информации.

Общие сведения и геолого-физическая характеристика месторождения

Учебное месторождение находится в Надымском районе Ямало-Ненецкого АО Тюменской области. Площадь месторождения – 322,6 км². Территория месторождения расположена в зоне северной тайги, включает в себя обособленные возвышенности и разобщенные заболоченные понижения. Зима продолжительная, морозная и снежная, лето короткое. Устойчивый снежный покров образуется примерно к середине октября и разрушается к середине мая. Сред-

негодовая температура воздуха -5,3 °С, средняя температура воздуха зимнего периода -29 °С, средняя температура июля +15,5 °С. Безморозный период составляет менее 90 дней в году. Среднегодовое количество осадков 555 мм.

На территории находятся зоны глубокого залегания вечной мерзлоты. Мерзлотный рельеф представлен буграми пучения, воронками и полями протаивания. Нижняя граница распространения многолетней мерзлоты может достигать 400 м. Гидрографическая сеть рассматриваемого района характеризуется высокой густотой. Помимо многочисленных рек, речушек и ручейков здесь наличествует множество озер.

На месторождении притоки нефти получены при опробовании из пластов: Ю₅, Ю₄, Ю₂₋₃, Ю₀, Ач₁ и Ач₂ в разведочных скважинах, но промышленная нефтеносность установлена в пластах АС₁₀ и АС_{9,3}, приуроченных к отложениям Черкашинской свиты нижнего мела.

На исследуемой территории данные отложения с продуктивными пластами АС₁₀, АС_{9,3} и АС_{9,1}, накапливались повсеместно. Общая толщина комплекса в разрезе свиты изменяется от 87 до 137 м, увеличение толщин наблюдается в западном направлении.

В составе продуктивной толщи наиболее выдержанным локальным репером является глинистый прослой, разделяющий пласты АС_{9,3} и АС₁₀. Толщина его увеличивается от 10 до 18 м в западном направлении.

Пласт АС₁₀ залегает в интервале глубин 2727,2–2788,2 м и представляет собой мощную толщу переслаивающихся песчаников, алевролитов, известняков и глин. Общая толщина его по скважинам изменяется от 29,8 м (скв. 357) до 52,8 м (скв. 712). Средняя эффективная толщина пласта составляет 10,5 м, средняя нефтенасыщенная – 7,1 м.

Проницаемые разности в разрезе пласта залегают на всей площади. Толщина прослоев-коллекторов изменяется от 0,2 до 6,4 м, количество их составля-

ет 2-26 и лишь в нескольких скважинах коллектор представлен в виде двух прослоев.

По результатам интерпретации данных ГИС и опробования скважин положение водонефтяного контакта по залежи принято на абсолютной отметке -2651 м и подтверждается данными эксплуатации скважин.

По представленной геологической модели площадь чистонефтяной зоны составляет 24 % от всей площади залежи, водонефтяная зона – 76 %. Эффективная нефтенасыщенная толщина по скважинам в чистонефтяной зоне изменяется от 2,2 м до 15,6 м, в водонефтяной – от 2,6 м до 31,8 м.

Залежь нефти пласта АС₁₀ имеет размеры 23,9х2,3-7,0 км, высоту 15,1-33,2 м. Тип залежи пластовый, сводовый.

По гидродинамическим исследованиям, выполненным в 27 скважинах, эксплуатирующих пласт АС₁₀ проницаемости изменяются от 0,9 до 180,0х10⁻³ мкм². Среднее значение составляет 53,6 х 10⁻³ мкм².

Насыщенность связанной водой по 300 лабораторным определениям керна в среднем составила 31,3 % при интервале изменения в отдельных образцах от 2,1 до 81,5 %.

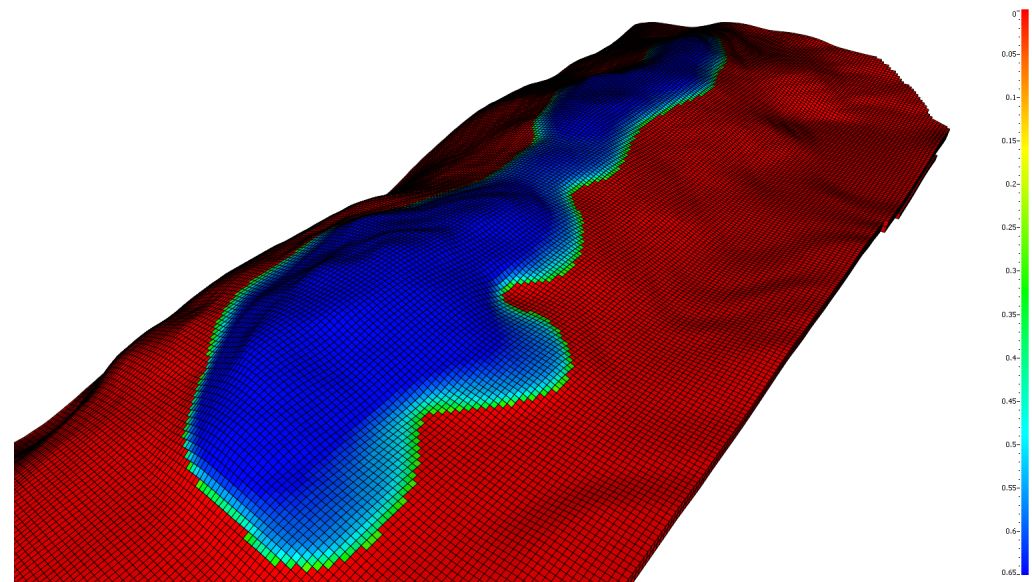
По данным ГИС в интервалах нефти и нефтеводонасыщенных толщин пласта выполнено 580 определений пористости, среднее значение составило 18 % при интервале изменения в отдельных прослоях – 15-21 %.

Средняя начальная нефтенасыщенность по 99 скважинам и 580 определениям составляет 56 %, при изменении по отдельным прослоям от 44 до 69 %. Распределение нефтенасыщенности в трехмерной геологической модели представлено на рис. 2. Геолого-физические параметры месторождения сведены в табл. 1.

История и текущее состояние разработки

В декабре 2007 г. на месторождении была введена в эксплуатацию из бурения

Рис. 2. Распределение нефтенасыщенности пласта АС₁₀ Учебного месторождения



разведочная скважина № 57. В 2008 г. на месторождении начато эксплуатационное бурение роторным и турбинным способом.

В качестве породоразрушающего инструмента применялись шарошечные долота МС-ГАУ (МСГШ) и СВШ (СВ). На скважине применялся глинистый буровой раствор плотностью 1,16-1,18 г/см³. Вскрытие продуктивных интервалов проводилось раствором со следующими параметрами: удельный вес – 1,06-1,17 г/см³, водоотдача – 5-6 см³/30 мин. Такой раствор позволяет предотвратить аварии при бурении скважин, но приводит к высокой степени загрязнения продуктивной зоны коллектора в процессе бурения. Устья скважин оборудовались колонными головками типа ОКК2-35 168x245x324 и фонтанной арматурой АФК-2-65x35. Геологический разрез выше пласта АС₁₀ представлен терригенными породами, склонными к обвалообразованию.

Интервалы с АВГД в разрезе отсутствуют. Оснастка эксплуатационной

колонны скважины 57 включает муфту ступенчатого цементирования. МСЦ установлена на глубине 1540 м по вертикали (рис. 3).

Пласт АС₁₀ в соответствии с действующим проектным документом является самостоятельным объектом разработки. Проект предусматривал разработку объекта с применением заводнения, размещение скважин по обращенной девятиточечной схеме с плотностью сетки скважин – 32 га/скв. В реальности реализуется избирательное заводнение.

На день проведения совещания пробурено 114 скважин, в том числе 100 добывающих, 5 нагнетательных, 9 водозаборных.

Большая часть эксплуатационных скважин переведена на механизированную добычу (около 92 % действующего фонда). Фонтанным способом на месторождении эксплуатируется 6 скважин.

Размещение скважин на карте эффективных нефтенасыщенных толщин, а также целевой участок около скважины 57 представлены на рис. 4.

Средние значения параметров пласта

Таблица 1. Геолого-физическая характеристика месторождения

Параметры	АС ₁₀
Средняя глубина залегания, м	2727-2788
Тип залежи	пластовая, сводовая
Тип коллектора	поровый
Средняя общая толщина, м	40,9
Средневзвешенная нефтенасыш. толщина, м	7,1
Средняя нефтенасыщенность, доли ед.	0,56
Пористость, доли ед.	0,18
Проницаемость по данным исследования керна, мкм ² *10 ⁻³	89
Кэф. песчаности, доли.ед.	0,25
Кэф. расчлененности	9
Начальная пласт. температура, °С	85,9
Вязкость нефти в пл. усл., мПа*с	0,49
Плотность нефти в пластовых условиях, т/м ³	0,729
Плотность нефти в пов. усл., т/м ³	0,815
Абсолютная отметка ВНК, м	2651
Объемный коэффициент нефти	1,218
Начальное пластовое давление, МПа	26,2
Давление насыщения, МПа	11,1
Газосодержание нефти, м ³ /т	93,9
Вязкость воды в пл. усл., мПа*с	0,42

в скважине 57 и окружающих скважинах по результатам интерпретации геофизических исследований скважин приведены в табл. 2.

В исходной информации в электронном виде также представлены результаты интерпретации геофизических исследований по всему фонду скважин, результаты лабораторных исследований керна, а также результаты обработки данных, например, геологические профили (рис. 5).

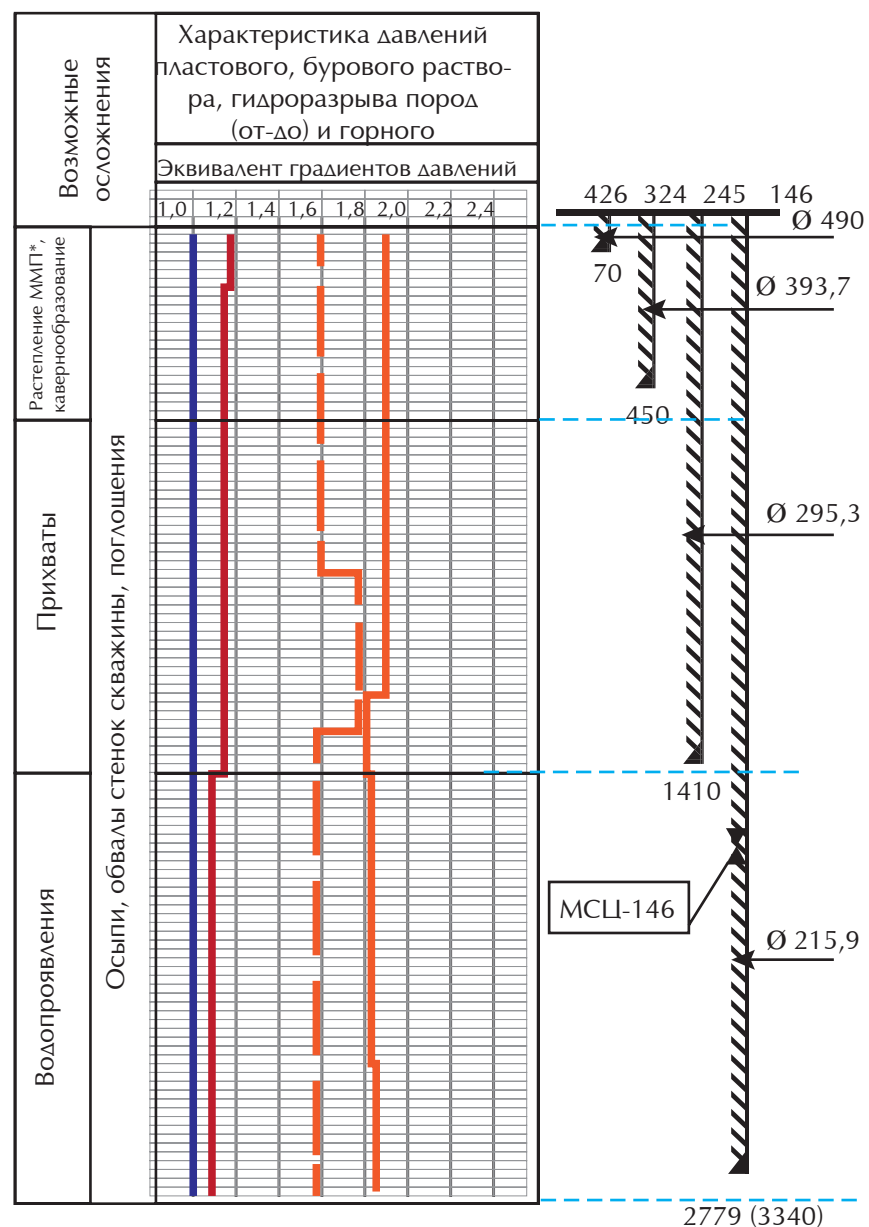
На рассматриваемом участке в августе 2009 г. произошло резкое обводнение продукции скважины 57. В соответствии с месячными эксплуатационными

рапортами (МЭР) обводненность продукции возросла с 30 % до 90 % (рис. 6).

Также в соответствии с МЭР, представленными в электронном виде, в августе произвели смену способа эксплуатации скважины с фонтанного на механизированный (ЭЦН).

За год до проводимого совещания с целью определения направления и скоростей фильтрационных потоков, оценки гидродинамической связи между зонами нагнетания и отбора на участках залежи в районах нагнетательных скважин №№ 311, 368, 381, 55Р и 335 были проведены индикаторные исследования. По результатам анализа исследований

Рис. 3. Конструкция скважины 57



* ММП – многолетнемерзлые породы

был сделан вывод, что на данном участке наиболее активная гидродинамическая связь существует между нагнетательной скважиной № 311 и следующими добывающими скважинами №№ 57, 312, 303, 304, 310, 324.

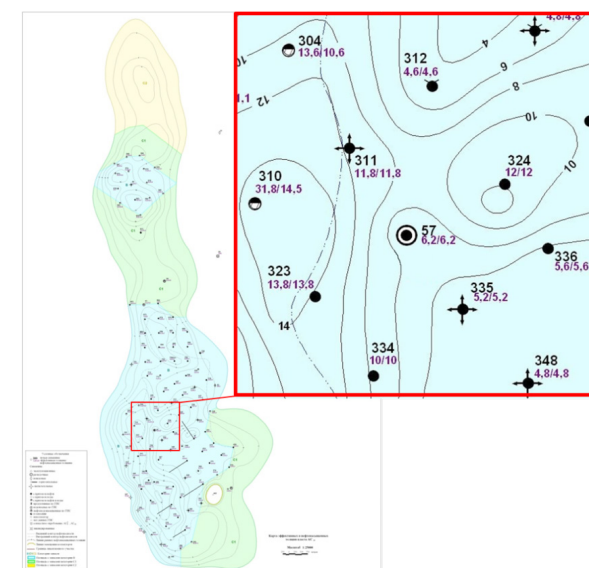
Организация тренинга

Владея представленной выше информацией, участники должны быть готовы обсуждать и решать на совещании вопросы в соответствии со следующей повесткой:

Таблица 2. Геолого-физическая характеристика месторождения

№ скв.	Пласт	Интервал пласта, м		Н _{эфф.} м	Н _{эфф.п.} м	Кп, доли ед.	Кпр, 10 ⁻³ мкм ²	Кн, доли ед.
		Кровля	Подошва					
57	АС ₁₀	2727.2	2767.1	6.2	6.2	0.175	11.7	0.664
304	АС ₁₀	2985.2	3027.3	13.6	10.6	0.197	54.30	0.597
311	АС ₁₀	2809.6	2852.4	12.8	11.8	0.187	30.00	0.555
322	АС ₁₀	3037.7	3080.5	15.0	7.6	0.194	55.78	0.530
323	АС ₁₀	2787.5	2826.3	13.8	13.8	0.186	30.12	0.600
234	АС ₁₀	2879.7	2928.6	18.4	12.0	0.177	20.10	0.566
325	АС ₁₀	2884.6	2933.8	15.4	9.6	0.173	13.36	0.525
335	АС ₁₀	2807.0	2843.8	5.2	5.2	0.170	12.25	0.585

Рис. 4. Размещение скважин на карте эффективных нефтенасыщенных толщин



1. Причины интенсивного обводнения скважины 57.

2. Программа дополнительных исследований для уточнения причин обводнения, если это потребуется.

3. Способы повышения эффективности эксплуатации скважины.

Тренинг предполагает работу студентов в ЦУРМе в пяти командах, ими-

тирующих работу разных отделов предприятия, для всестороннего анализа ситуации, обсуждения промежуточных результатов и принятия взвешенных и обоснованных решений в заданных временных рамках, определяемых аудиторным временем занятия (4 академических часа).

Для решения задач занятия и подго-

Рис. 5. Геологический профиль по линии скважин 304-311-57-335-348

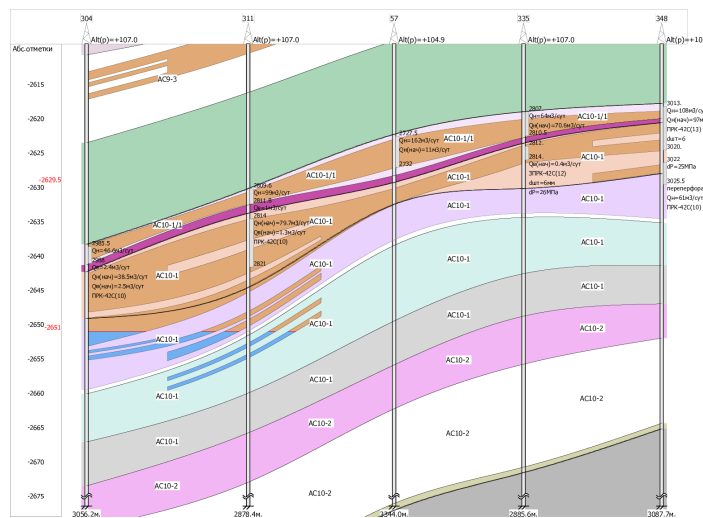
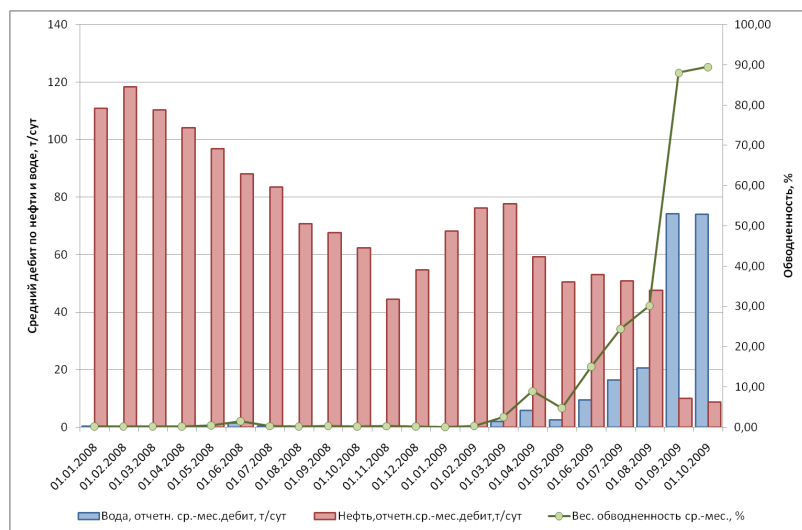


Рис. 6. Динамика добычи нефти, воды и обводненности скважины № 57



товки к проведению рабочего совещания между «отделами нефтедобывающего предприятия» команды формируются по профессиональному принципу, то есть каждая команда представлена магистрантами одной специальности. Например, «отдел разработки» может состоять из магистрантов, обучающихся по программам 131000.05 «Моделирование

разработки нефтяных месторождений» и 131000.06 «Управление разработкой нефтяных месторождений» направления подготовки 131000 «Нефтегазовое дело»; «отдел бурения» может состоять из магистрантов, обучающихся по программам 131000.01 «Закачивание нефтяных и газовых скважин», 131000.02 «Строительство нефтяных и газовых

скважин в сложных горно-геологических условиях» и 131000.03 «Морское бурение» направления подготовки 131000 «Нефтегазовое дело» и т.д.

В составе команд выбираются руководители «отдела», одной из задач которых является определение обязанностей каждого члена команды в зависимости от поставленной задачи.

План тренинга представлен в табл. 3. Тренинг затрагивает широкий спектр вопросов, связанных с геологией и разработкой нефтяных месторождений, бурением и эксплуатацией скважин, применением технологий ограничения водопритока и т.д. Это обуславливает нестандартный процесс проведения тренинга – в проведении тренинга одно-

временно задействованы преподаватели кафедр бурения нефтяных и газовых скважин, геоинформационных систем и разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Один из преподавателей – модератор выполняет роль главного геолога, остальные отвечают на возникающие вопросы и фактически курируют работу соответствующих отделов.

Отдельно следует отметить важность этапа коллективного обсуждения, в ходе которого при участии всех преподавателей выполняется «работа над ошибками» – отбраковываются решения, которые по каким-либо причинам не могут быть реализованы и формируется окончательное решение.

Таблица 3. План тренинга

№	Задачи	Длительность выполнения
1	Обоснование возможных причин обводнения скважины 57	30 мин
2	Формирование обоснованной программы исследований для уточнения причин обводнения	30 мин
3	Обоснование возможных способов повышения эффективности эксплуатации скважины	20 мин
4	Подготовка презентации	выполняется одновременно с п.1-3
5	Представление результатов начальниками отделов	пять отделов (команд) по 15 мин каждая
6	Коллективное обсуждение и формирование окончательного предложения, включающего программу исследований и возможных мероприятий	25 мин

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров, А.И. Подготовка специалистов в виртуальной среде профессиональной деятельности – требование времени / А.И. Владимиров, В.С. Шейнбаум // Высш. образование сегодня. – 2007. – № 7. – С. 2-6.
2. Мартынов, В.Г. Развитие инновационной образовательной технологии обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности // В.Г. Мартынов, П.В. Пятибратов, В.С. Шейнбаум // Там же. – 2012. – № 5. – С. 4-8.
3. Мартынов, В.Г. Реализация междисциплинарного обучения в виртуальной среде проектной и производственной деятельности / В.Г. Мартынов, В.С. Шейнбаум, П.В. Пятибратов, С.А. Сарданашвили // Инженерное образование. – 2014. – № 14. – С. 5-11.