



# Курс

## ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*научно-методический сборник*

- Некоторые аспекты организации независимой оценки квалификации в нефтегазовом комплексе
- 30 лет сотрудничеству с Wintershall Dea AG в области подготовки и повышения квалификации персонала
- Особенности программирования 3D-обучающих программ для Linux-систем

## Особенности программирования 3D-обучающих программ для Linux-систем



**Иващенко В.А.**

ЧУ ДПО «Газпром  
ОНУТЦ»



**Лещенко С.М.**

ЧУ ДПО «Газпром  
ОНУТЦ»

### Предпосылки перехода на Linux

На сегодняшний день информационные технологии являются неотъемлемой частью образовательного процесса. Компьютеры используются как на очных занятиях для демонстрации различного контента, так и при онлайн-обучении для участия в вебинарах, просмотра видеолекций, чтения литературы и пр.

Помимо стандартных обучающих материалов, таких как видеоролики, изображения, книги, существуют учебные материалы, которые имеют интерактивные возможности, так или иначе взаимодействуют с пользователем и обеспечивают обратную связь: это могут быть как обычные автоматизированные тесты, так и полноценные тренажеры-имитаторы с реалистичной 2D- и 3D-графикой. И если автоматизированные тесты могут быть частью специализированной системы типа СДО, то продукты, использующие 2D- и 3D-графику, являются отдельными программными решениями, разработка которых сложна и должна учитывать программную и аппаратную часть устройств, для которых разрабатывается.

Существует большое количество различных операционных систем (ОС) для разнообразных устройств. Наиболее распространенными устройствами в сфере обучения с применением трехмерной графики являются персональные компьютеры (ПК); наиболее распространенные ОС для ПК – ОС семейств Windows, MacOS и Linux.

В России самой распространенной ОС среди обычных пользователей является Windows: она привычна, удобна и понятна пользователям ПК, далеким от информационных технологий.

Другая ОС, нацеленная на взаимодействие с обычным пользователем, – MacOS компании Apple. Эта операционная система может быть установлена только на ПК, выпу-

скаемые компанией Apple. Стоимость такого комплекта в несколько раз превышает стоимость компьютера под управлением Windows, и в России он относится в основном к премиальному сегменту.

Операционные системы Linux не так удобны и понятны пользователю, как две предыдущие. Более того, для обслуживания Linux-систем требуется более квалифицированный специалист.

В то же время ОС семейства Linux строятся на базе ядра с открытым исходным кодом. В настоящее время существует более 20 ОС на базе ядра Linux, разрабатываемых в России. Самыми известными из них являются Astra Linux, Alt Linux и Rosa Linux. Эти ОС имеют дружелюбный к пользователю интерфейс и нацелены в первую очередь на использование на ПК.

В целях реализации программы импортозамещения в части использования иностранного программного обеспечения (ПО), а также, как следствие, в связи с прогнозируемым ростом популярности ОС семейства Linux среди пользователей и переходом части клиентов на использование Linux в «Газпром ОНУТЦ» ведутся работы по разработке и портированию своих обучающих систем на работу в Linux-системах.

### Особенности создания графических приложений для Linux-систем

Создание приложений, взаимодействующих с пользователем посредством графического интерфейса (GUI-приложений), является частным классом задач, отдельной областью программирования, такой как работа с изображениями и видео, работа с базами данных или создание программ для сетевого взаимодействия.

Построение приложений с пользовательским интерфейсом в Windows и Linux-системах принципиально различается.

В Windows пользовательский интерфейс реализован в виде системы окон, при этом графическая подсистема является неотъемлемой частью ОС, работающей на низком уровне системы. Все оконные приложения на низком уровне используют Win32 API – интерфейс и набор библиотек низкого уровня, которые должны использовать разработчики для создания оконных приложений в ОС Windows. Неотъемлемым атрибутом любого приложения в Win32 API является главное окно приложения: уже само приложение строится вокруг его главного окна. Разработчик определяет класс окна и регистрирует этот класс в ОС; далее уже ОС следит за поведением окна и тем, как это окно сосуществует с другими открытыми окнами. Разработчик осуществляет контроль за окном приложения через функцию обратного вызова и путем передачи команд ОС (используя Win32 API).

В Linux картина принципиально обратная: первично приложение, которое по умолчанию является консольным, текстовым; вся графическая система является не составной частью ОС, а надстройкой пользовательского уровня. Чаще всего такой графической надстройкой является X11 (в реализации Xorg или X11R5), но и это необязательно: практиковались и другие графические системы; хороший пример тому – графические системы Qwindow, а затем Photon в операционной системе QNX, сосуществующие там одновременно с X11.

Показательно в этом смысле то, что вся оригинальная часть реализации X11 работает в пространстве пользователя, а не в привилегированном режиме ядра (супервизора): работа с аппаратурой видеоадаптеров, устройствами ввода и т.п. Отдельные реализации (видеосистемы NVIDIA или ATI Radeon) могут быть сделаны в режиме ядра (как модули), но это стороннее решение относительно X11-разработки и применяется только ради увеличения производительности.

Из-за обозначенной специфики разработка GUI-приложений в Linux принципиально отличается от Windows:

- вся работа GUI-приложений ведется через промежуточные слои (библиотеки) пользовательского уровня;
- из-за того, что это обыкновенный пользовательский уровень, для разработчика предлагается широкий спектр альтернативных инструментов (библиотек), практически

Рис. 1. Примеры экранов графических приложений



равнозначных и конкурирующих друг с другом: Xlib, GTK+, Qt, wxWorks и многие другие;

- базовый API работы с X11 предоставляет Xlib, все другие используют уже ее функционал;
- разработчик имеет возможность широкого выбора того уровня и тех инструментов, которые он предполагает использовать, начиная от Xlib и выше.

Ввиду этого основная проблема при разработке графических приложений под Linux-системы заключается в том, что существует множество разнообразных дистрибутивов Linux, в состав которых входят различные графические среды и оконные менеджеры (иногда в состав входят несколько графических сред, иногда ни одной). Каждый оконный менеджер по-своему взаимодействует с X11, также отсутствует общепризнанный стандарт воспроизведения звука (существует множество стандартов: ALSA, OSS, PulseAudio и т.д.). Однако даже в рамках одного стандарта могут возникать такие проблемы, как нестабильные или неправильно настроенные драйверы, а также такие неприемлемые ошибки, как блокировка устройства, когда оно используется другим процессом. Все это сильно осложняет разработку графических приложений (рис. 1), которые могли бы безупречно работать на любом компьютере.

### Создание приложений с трехмерной графикой для Linux-систем

Как и в любой другой среде, позволяющей окрашивать пиксели на экране в необходимый разработчику цвет, в Linux-системах можно рисовать трехмерную графику напрямую. Однако это не самый эффективный способ отображения трехмерного контента на экране. В Windows для отображения графики используются программные интерфейсы DirectX и OpenGL, которые связываются

Рис. 2. Тренажер-имитатор в ОС Linux



с драйверами и аппаратной частью системы и задействуют 3D-ускорители (видеокарты). В Linux используются только OpenGL и другие производные от него системы (рис. 2).

Как правило, при отрисовке изображения у разработчика нет возможности взаимодействовать с оборудованием напрямую и менять цвет пикселей экрана по своему усмотрению. С использованием стандартных графических библиотек и без использования графического ускорителя графической системой создается абстрактный объект (контекст, «холст»), затем путем простых команд разработчик рисует линии, фигуры или текст на этом холсте (с использованием кистей и шрифтов) или устанавливает цвет пикселя холста. Затем этот холст выводится на экран.

Чтобы вывести на экран трехмерный объект, нужно провести ряд матричных вычислений, в результате которых определяется, как этот трехмерный объект будет отображаться на двумерном экране монитора.

При использовании OpenGL (или DirectX, подход аналогичен) также создается некий графический контекст, в рамках которого отрисовывается изображение, только теперь разработчик не рисует примитивы напрямую, а передает в этот контекст данные: массивы вершин, нормалей, информацию о том, как соединены вершины

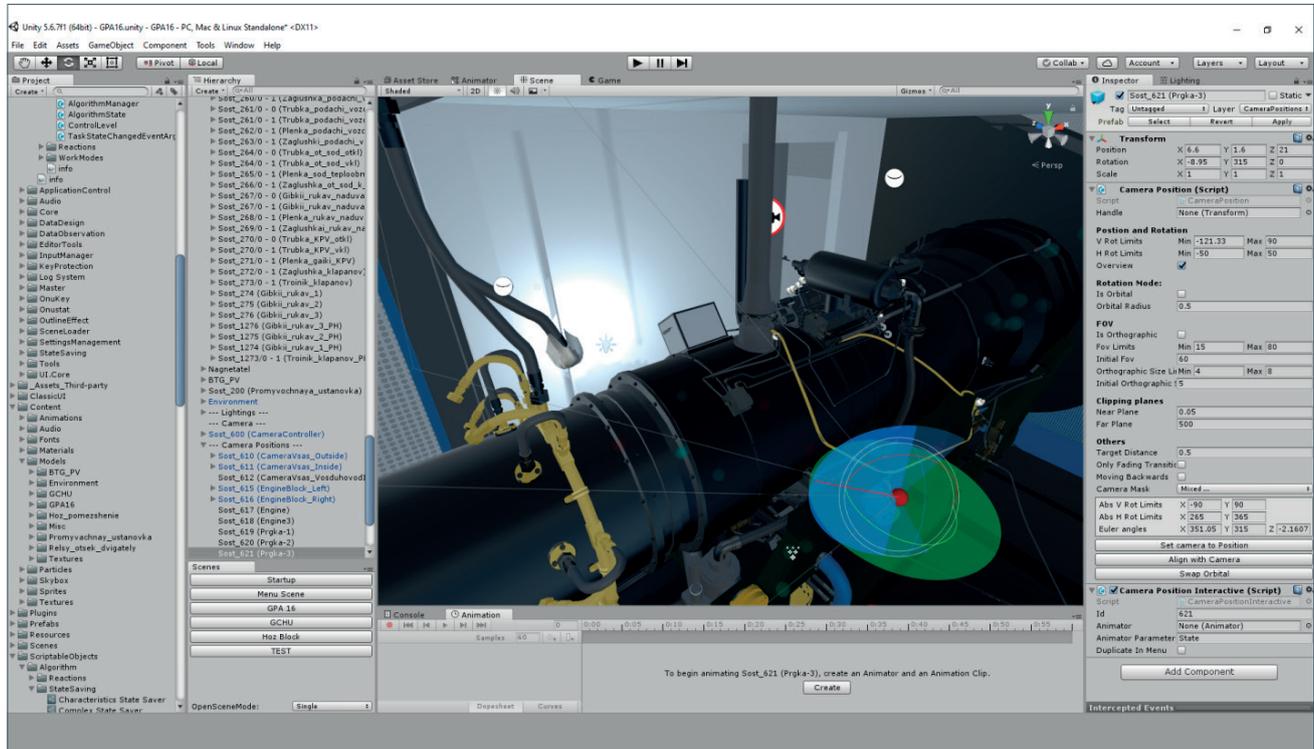
и какие треугольники они образуют, и передает другую необходимую информацию: положение источников освещения, трансформации объекта и т.д. Вместе с этими данными передается шейдер – микропрограмма, которая выполняется на графической карте и отвечает за преобразование вершин объекта из локальной системы координат в систему координат экрана (с учетом перспективы, положения камеры и т.д.) и за определение цвета пикселя, выводимого на экран.

### Создание приложений для Linux-систем с использованием Unity

В большинстве случаев нет необходимости разрабатывать 3D-обучающие программы с нуля, используя низкоуровневые программные интерфейсы. Наиболее эффективным решением будет создание приложений на основе одного из существующих трехмерных средств разработки, в которых уже реализованы все необходимые функции. Наиболее популярными являются Unreal Engine, Unity, Godot.

В «Газпром ОНУТЦ» разработка ведется преимущественно на Unity (рис. 3). Разработка приложений на Unity

Рис. 3. Демонстрация процесса разработки с использованием Unity



может вестись как на Windows, так и на Linux или MacOS. При этом независимо от того, на какой платформе ведется разработка, Unity позволяет создавать приложения под любую из поддерживаемых платформ. Помимо создания приложения для Windows, Linux и MacOS, Unity позволяет собирать приложения для Android, iOS и других мобильных платформ, а также поддерживает компиляцию приложения в JavaScript для запуска в браузере.

Все вышеперечисленное является важным преимуществом, так как основная логика приложения кроссплатформенная. Хотя логика приложения общая для всех целевых платформ, разработка под каждую из платформ имеет ряд особенностей. Например, необходимо учитывать различие кодировок, особенности путей файлов, работу с интерфейсом системы. Так, для управления окном приложения в Windows возможно использовать функции Win32 API, а в Linux необходимо использовать функции Xlib API.

Поскольку в Windows по умолчанию используется DirectX, а в Linux только OpenGL, необходимо учитывать особенности этих двух программных интерфейсов при написании шейдеров: например, видовое пространство в DirectX имеет границы  $[0, 1]$ , а в OpenGL –  $[-1, 1]$ .

## Создание приложений на интерпретаторах

Разработку приложений как в целом в Linux, так и с трехмерной графикой существенно ускоряет использование интерпретируемых языков программирования (или использующих промежуточный код/двухэтапную компиляцию) и программных сред, выполняющих код на этих языках. К таким средам относятся Java Runtime (и языки Java и Kotlin), Python, .Net Core и Mono (и языки C#, F# и Visual Basic) и др. Их отличительной особенностью (по сравнению с классической разработкой приложений) является то, что код выполняется не непосредственно ОС, а исполняемой средой – программой, которая «читает» исходный код программы, преобразовывает его в машинный код и выполняет его прямо в момент запуска приложения.

Перед разработкой необходимо убедиться, что исполняемая среда, в которой ведется разработка, поддерживает необходимый набор ОС и производитель этой исполняемой среды гарантирует, что один и тот же исходный код будет исполняться одинаково во всех поддерживаемых ОС.

Если эти условия соблюдены, программист ограничен только теми функциями, которые предоставляет ему

Рис. 4. Тренажер-имитатор в Web-браузере



исполняемая среда. Однако при обращении с аппаратной частью компьютера (если такое вообще поддерживается исполняемой средой) необходимо учитывать (пусть и в меньшей степени) особенности ОС и аппаратного обеспечения.

### Использование Web

Еще один вариант создания графических приложений для Linux – это создание одностраничных сайтов на HTML5 с использованием технологии WebGL (рис. 4). Разработка таких приложений по сути ничем не отличается от разработки приложений для Windows, MacOS или любой другой платформы. Для работы таких приложений необходимо, чтобы в системе был установлен браузер, поддерживающий технологии HTML5 и WebGL.

Конечно, такой подход накладывает ряд ограничений. Поскольку приложение выполняется в браузере, заметно снижена производительность, ограничен объем ресурсов. Это приводит к тому, что тяжелые высоконагруженные сцены, спокойно работающие в обычном приложении, в браузере просто не загрузятся из-за нехватки памяти, которую браузер выделяет этому приложению.

Также отсутствует возможность взаимодействия с файловой системой устройства, а возможность взаимодействия с аппаратными функциями, такими как гироскоп, тачпад, геймпад, ограничена функциями, которые предоставляет браузер.

### Заключение

В Linux-системах подход к созданию приложений с пользовательским интерфейсом принципиально отличается от подхода, применяемого в ОС семейства Windows. Это является основной

особенностью создания графических приложений для Linux.

Однако указанное различие ограничивается низким уровнем, то есть является существенным только при создании ядра приложения. С учетом того, что создание приложений с нуля является дорогостоящей затеей в целом, при создании обучающих программ в большинстве случаев такой подход применяться не будет.

В результате проведенного анализа способов разработки приложений для Linux в «Газпром ОНУТЦ» были определены наиболее предпочтительные направления их реализации.

В настоящее время в «Газпром ОНУТЦ» основные разработки ведутся с использованием существующих 3D-инструментов (сред разработки), фреймворков и интерпретируемых языков программирования, предоставляющих средства разработки высокого уровня. Программисту при этом необходимо знать лишь принцип работы пользовательского интерфейса Linux и набор функций, необходимых для решения конкретных задач.

Также стоит обратить внимание на использование веб-приложений для решения небольших задач. Такие приложения могут работать на любых ОС, где установлен браузер, поддерживающий HTML5 и WebGL. 

## Опыт «Газпром ОНУТЦ» по организации непрерывного фирменного профессионального образования персонала ПАО «Газпром» с использованием инструментов онлайн-образования и вебинарных платформ



**Дороничев В.А.**  
ЧУ ДПО «Газпром  
ОНУТЦ»

» Применение мер противодействия распространению новой коронавирусной инфекции COVID-19 в первой половине 2020 года в значительной степени изменило условия реализации образовательного процесса в дополнительном профессиональном образовании (ДПО) и профессиональном обучении (ПО). ДПО и ПО как системы практико-ориентированного образования испытали особые сложности неожиданного перехода на дистанционный формат обучения в условиях ограничительных мер. В соответствии с решением руководства ПАО «Газпром»<sup>1</sup> с 16 марта 2020 года обучение работников ПАО «Газпром» было организовано с максимальным использованием дистанционных образовательных технологий. Вводимые ограничения на направление работников ПАО «Газпром» в служебные командировки, в том числе на обучение, создали непреодолимые условия для реализации образовательного процесса по программам очного обучения в корпоративных образовательных организациях, в том числе в ЧУ ДПО «Отраслевой научно-исследовательский учебно-тренажерный центр Газпрома» (далее – «Газпром ОНУТЦ»). Перед образовательной

организацией стояли следующие задачи по организации дистанционного обучения:

- сформировать перечень программ обучения, подлежащих переводу в дистанционный формат;
- провести анализ платформ проведения сеансов видео-конференц-связи и вебинаров для организаций с целью эффективной организации обучения, создания условий «живого» диалога между слушателями и преподавателями;
- повысить образовательный уровень педагогических работников в области использования инструментов онлайн-образования;
- организовать проведение экзаменов и защиты выпускных квалификационных работ по программам профессиональной переподготовки в условиях удаленной и вахтовой работы;
- провести анализ различных систем дистанционного обучения с целью организации электронного обучения и предоставления дистанционного доступа к учебно-методическим материалам, разработанным «Газпром ОНУТЦ» для СНФПО ПАО «Газпром».

Оперативно проведенный тематический и содержательный анализ имеющихся электронных учебно-методических материалов показал, что в сложившихся условиях не представляется возможным обеспечить все направления обучения. Для качественной реализации учебного процесса в формате видео-конференц-связи и вебинаров

<sup>1</sup> Приказ ПАО «Газпром» от 13.03.2020 № 126 «О мерах по предупреждению распространения новой коронавирусной инфекции в организациях Группы Газпром».

было необходимо, чтобы платформы для проведения вебинаров обладали следующими функциональными возможностями:

- режим аудио- и видеоконференции;
- видеозапись проведения вебинара;
- совместный просмотр презентаций и видео;
- демонстрация рабочего стола;
- загрузка файлов до начала вебинара и во время него;
- администрирование вебинара (роли, права);
- взаимодействие с участниками вебинара (чат, опросы, голосования);
- импорт данных участников вебинара;
- автоматическое оповещение участников вебинара;
- подготовка отчетных форм.

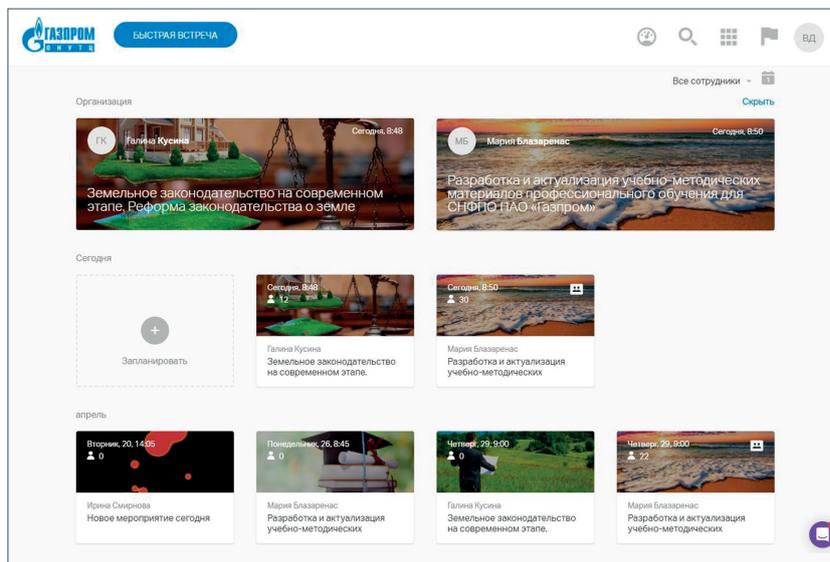
Проведенный анализ зарекомендовавших себя вебинарных систем на рынке дистанционного обучения показал, что наиболее приближенными к требуемым функциональным возможностям являются платформы Mirapolis Virtual Room (компания Mirapolis) и Webinar.ru (ООО «Вебинар Технологии»).

С помощью платформы Mirapolis Virtual Room «Газпром ОНУТЦ» за период с апреля по октябрь 2020 года провел 15 семинаров, в которых приняли участие свыше 370 работников ПАО «Газпром». Помимо этого, данная платформа была задействована при проведении конкурса «Лучший преподаватель образовательного подразделения дочернего общества ПАО «Газпром» в рамках Фестиваля труда (профессионального мастерства) ПАО «Газпром», посвященного празднованию 75-летия Победы в Великой Отечественной войне, который прошел на базе «Газпром ОНУТЦ» в период с 21 по 25 сентября 2020 года<sup>2</sup>. Для проведения практического учебного занятия организационный комитет конкурса предоставил конкурсантам доступ к платформе. Использование данной платформы в рамках конкурса было согласовано со Службой корпоративной защиты ПАО «Газпром»<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Распоряжение ПАО «Газпром» от 30 июня 2020 г. № 220 «О внесении изменений в распоряжение ПАО «Газпром» от 24 мая 2019 г. № 118 «О проведении в 2020 году Фестиваля труда (профессионального мастерства) ПАО «Газпром», посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне».

<sup>3</sup> Письмо СКЗ ПАО «Газпром» от 03.09.2020 № СКЗ-4132 «О проведении вебинаров».

Рис. 1. Платформа для организации вебинаров Webinar.ru (аккаунт «Газпром ОНУТЦ»)



Однако, несмотря на положительный опыт использования платформы Mirapolis Virtual Room, при организации онлайн-обучения и проведении корпоративных мероприятий был выявлен ряд проблем, которые не позволяли задействовать весь потенциал платформ для проведения вебинаров в полной мере. В частности, платформа Mirapolis Virtual Room построена на использовании устаревшей технологии Flash, требующей установки дополнительного программного обеспечения для участия в вебинарах, что приводило к проблемам с организацией рабочего места слушателей. В результате было принято решение об использовании платформы Webinar.ru, которая не имела указанных недостатков (рис. 1).

С октября 2020 года «Газпром ОНУТЦ» проводит онлайн-обучение на платформе Webinar.ru. За этот период было проведено более 20 семинаров, в которых приняли участие свыше 500 работников ПАО «Газпром».

Также оперативного решения требовала организация экзамена и защиты выпускных работ по программам профессиональной переподготовки в «Газпром ОНУТЦ». На момент итоговой аттестации большинство слушателей находились на удаленной работе (дома), на самоизоляции, на трассе в полевых условиях. Для решения поставленной задачи в «Газпром ОНУТЦ» были организованы две студии с профессиональным оборудованием, в которых члены аттестационной комиссии могли выходить на связь со слушателями. В качестве средств видеоконференц-связи использовались такие платформы, как Zoom (компания Zoom) и WhatsApp (компания Facebook).

За период с апреля 2020 года по май 2021 года «Газпром ОНУТЦ» провел более 70 заседаний аттестационных комиссий, в которых приняли участие свыше 400 работников ПАО «Газпром».

Всеобщий переход на дистанционное обучение в российской системе образования показал, что в большинстве случаев педагогические работники были не готовы использовать инструменты онлайн-обучения. В этой связи задача организации оперативной подготовки преподавательского состава «Газпром ОНУТЦ» была одной из первостепенных наряду с внедрением инструментов онлайн-образования и вебинарных платформ. Для преподавателей были разработаны короткие видеоуроки, в которых объяснялись основные принципы работы вебинарных платформ и их функциональные возможности, на конкретных примерах давались рекомендации по взаимодействию со слушателями. Для методистов были проведены вебинары, в рамках которых оказывались консультации по планированию и организации обучения с использованием инструментов онлайн-обучения.

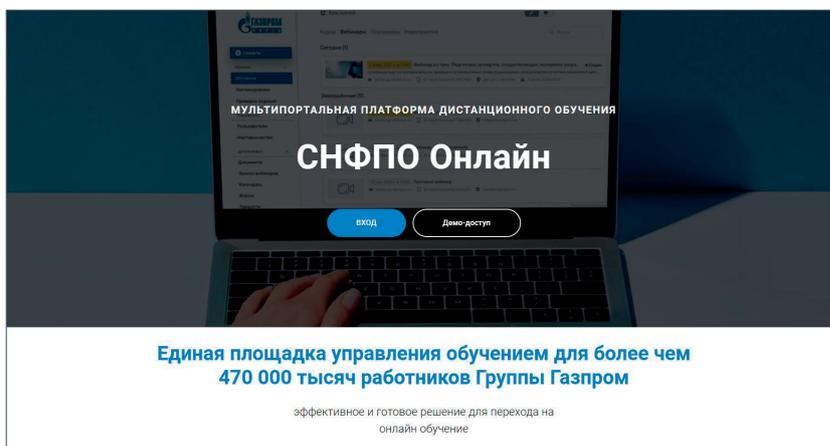
В результате проведенной работы в конце 2020 года на основе накопленного практического опыта по проведению дистанционного обучения «Газпром ОНУТЦ» разработал курс повышения квалификации для педагогических работников СНФПО ПАО «Газпром» «Современные технологии онлайн-обучения», который посвящен особенностям организации и проведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. По мере прохождения курса слушатели, осваивая различные инструменты, создают собственный электронный образовательный контент и учатся управлять онлайн-обучением.

Не менее важной организационной задачей в условиях введенных ограничений стала необходимость развития системы электронного обучения и организации дистанционного доступа к учебно-методическим материалам, разработанным «Газпром ОНУТЦ» для СНФПО ПАО «Газпром». Для решения поставленной задачи «Газпром ОНУТЦ» с начала 2021 года введена в эксплуатацию мультипортальная платформа дистанционного обучения «СНФПО Онлайн» (далее – Система) (<https://sdo.snfpo.ru>).

Система позволяет дочерним обществам ПАО «Газпром»:

- организовывать собственный учебный портал для обучения персонала;

Рис. 2. Мультипортальная платформа дистанционного обучения «СНФПО Онлайн»



**Единая площадка управления обучением для более чем 470 000 тысяч работников Группы Газпром**

эффективное и готовое решение для перехода на онлайн обучение

- использовать корпоративный фонд учебно-методических материалов СНФПО ПАО «Газпром» при организации обучения с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ);
- обеспечивать непрерывность процесса обучения. Функциональные возможности Системы позволяют:
- создавать электронные курсы непосредственно в веб-браузере с применением уже готовых материалов;
- размещать ранее разработанные электронные курсы в формате стандарта SCORM;
- организовывать получение обратной связи от участников процесса обучения, проводить проверку знаний и тестирование;
- организовывать синхронное онлайн-обучение с применением интегрированных в систему возможностей презентаций, аудио- и видеоматериалов;
- получать детальную информацию о прохождении обучения в формате статистических отчетов;
- выдавать электронные сертификаты обучающимся при прохождении курсов.

Благодаря свойству мультипортальности Система представляет собой эффективный инструмент для организации онлайн-обучения, где в качестве организаторов обучения может выступать неограниченное количество образовательных организаций (рис. 2). На конец апреля 2021 года «Газпром ОНУТЦ» и участниками Системы размещено около 300 электронных курсов, зарегистрировано более 7800 пользователей 21 дочернего общества ПАО «Газпром», проведено более 30 000 чел./курсов. Интуитивно понятный интерфейс Системы позволяет запустить обучение без помощи технических специалистов. Достаточно лишь изучения набора инструктивных материалов и базового обучающего курса по работе с Системой.

Несмотря на все сложности, связанные с цифровой трансформацией учебного процесса в 2020 и 2021 годах, «Газпром ОНУТЦ» удалось сохранить высокий уровень эффективности обучения. Использование современных инструментов онлайн-образования и вебинарных платформ позволило максимально эффективно построить образовательный процесс в условиях ограничительных мер на проведение очного обучения.

Однако данные технологии не позволяют в полной мере заменить традиционные образовательные подходы, особенно в части организации производственного обучения. Это связано с тем, что в рамках производственного обучения осуществляются процессы интеграции ранее полученных знаний и умений, освоенных ценностных отношений, в результате чего формируются профессиональные компетенции работника. В то же время существует реальная возможность организации изучения обучающимися дисциплин общепрофессионального и общетехнических блоков образовательных программ ДПО и ПО с использованием электронного обучения и ДОТ.

Работа в условиях ограничений очного обучения в ДПО и ПО позволила также увидеть направления, по которым необходима поддержка процессов развития данных уровней профессионального образования:

- педагогические работники нуждаются в системном научно-методическом обеспечении своей педагогической деятельности, особенно в части применения технологий онлайн-обучения и смешанного обучения;
- необходимо развивать фонд электронных учебно-методических материалов в целях обеспечения электронных курсов по профессиональным образовательным программам;
- следует пересмотреть традиционную классно-урочную систему теоретической подготовки обучающихся по программам ДПО и ПО в сторону усиления использования различных инструментов онлайн-обучения.

Выявленные риски актуализируют дальнейшие шаги в направлении структурной, организационной и методической модернизации ДПО и ПО в целях обеспечения эффективности в условиях существующих вызовов современности. 