

**Дмитрий Николаевич ВЕЛИКАНОВ** родился в 1972 г. Окончил Государственную академию нефти и газа имени И.М. Губкина в 1994 г. Доцент кафедры Автоматизации технологических процессов РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. Кандидат технических наук. Автор 22 научных работ в области измерения параметров многофазных потоков продукции нефтегазодобывающих скважин.

E-mail: velikanov@gubkin.ru

**Игорь Юрьевич ХРАБРОВ** родился в 1976 г. Окончил Государственную академию нефти и газа им. И.М. Губкина в 1991 г. Доцент кафедры Информационно-измерительных систем РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. Кандидат технических наук. Автор 16 научных работ в области измерения параметров многофазных потоков продукции нефтегазодобывающих скважин.

E-mail: khrabrov@gubkin.ru

**Янина Дмитриевна ЗЫКОВА**, магистрант кафедры информационно-измерительных систем РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина.

E-mail: yanochka1315@yandex.ru

УДК 681.5.004.9

## **КАТЕГОРИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПРОЕКТАХ СОЗДАНИЯ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ СООРУЖЕНИЙ (МНГС)\***

© Д.В. КОРНЕЕВ<sup>1</sup>, В.П. БЕЗКОРОВАЙНЫЙ<sup>1</sup>, А.П. ПОЗДНЯКОВ<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, Минобрнауки РФ,  
Российская Федерация, 119991, г. Москва, Ленинский просп., д. 65;  
<sup>2</sup>ООО «Прайм Групп»,  
Российская Федерация, 123298, г. Москва, ул. 3-я Хорошевская)

В статье рассмотрены и идентифицированы возможные технические взаимодействия, возникающие в процессе реализации проектов освоения морских нефтегазовых месторождений, осуществлена категоризация и сформирована иерархическая структура. Предлагаемая объектно-ориентированная модель взаимодействий и методология ее описания с использованием UML-нотации, которая позволяет использовать ее для разработки специализированных приложений по управлению взаимодействиями.

*Ключевые слова:* UML, объектно-ориентированное моделирование, управление взаимодействиями, управление проектами, проектирование МНГС.

В крупных проектах капитального строительства задействовано значительное количество различных участников: проектная команда заказчика (вла-

---

\*Статья рекомендована к печати редакционной коллегией сборника.

дельца/будущего эксплуатанта), различные отделы и департаменты заказчика, не участвующие в проекте напрямую; подрядчик по управлению проектом; различные ЕРС-подрядчики, поставщики материалов и оборудования, а также проектные институты. Эффективная организация управления взаимодействием (Interface Management) обеспечивает контроль над возникающими организационными коллизиями и конфликтами технического характера между различными участниками проекта.

Любой элемент взаимодействия между двумя организациями в рамках одного проекта состоит из перечня технических вопросов, которые должны быть согласованы между этими сторонами. Существуют элементы технического взаимодействия, являющиеся типовыми для эксплуатанта/оператора месторождения, но также требующие организации управления взаимодействием участвующих сторон. Например, для любого проекта разработки морского нефтегазового месторождения характерно возникновение технического взаимодействия между следующими участниками: инженерами, отвечающими за технологию разработки месторождения, проектной командой подводно-добычного комплекса и инженерами, отвечающими за буровые работы.

**Управление взаимодействиями в проектах обустройства шельфовых месторождений нефти и газа.** Для морских нефтегазовых сооружений характерны максимально высокая насыщенность оборудованием, плотность рабочих мест (на платформе могут одновременно работать около 200 человек). Также к объектам морской нефтегазодобычи предъявляются высокие требования к пожаро- и взрывобезопасности. Кроме этого МНГС относятся к экологически опасным объектам, требующим больших затрат на экологическую проработку проекта. Как следствие, затраты на строительство современного морского стационарного или плавучего сооружения для бурения скважин, добычи и хранения нефти может достигать 3–4 миллиардов долларов [2]. Существует еще множество факторов, вследствие которых проект сооружения МНГС, в среднем, насчитывает от 20 до 100 отдельных направлений взаимодействий, которыми необходимо оперативно управлять. Учитывая то, что каждое из таких направлений включает в себя сотни технических вопросов, требующих урегулирования или внесения изменений, для реализации проектов в установленные временные и финансовые рамки и обеспечения необходимого уровня качества выполняемых работ, решение данной задачи выглядит актуально и требует своевременной реализации.

В качестве примера на рис. 1 схематично изображены типовые инженерные взаимодействия, возникающие при реализации проектов освоения морских нефтегазовых месторождений.

Исходя из практических примеров, стоимость проектных работ составляет 5–7 % от общих затрат, необходимых на освоение месторождения, но ошибки, совершенные на данном этапе жизненного цикла, могут иметь значительные последствия на всех последующих, что приводит к выходу из графиков работ и увеличению суммарных затрат на реализацию проекта. Также значительное количество конфликтов и несогласованностей возникает в процессе перехода информации между различными этапами жизненного цикла. В связи

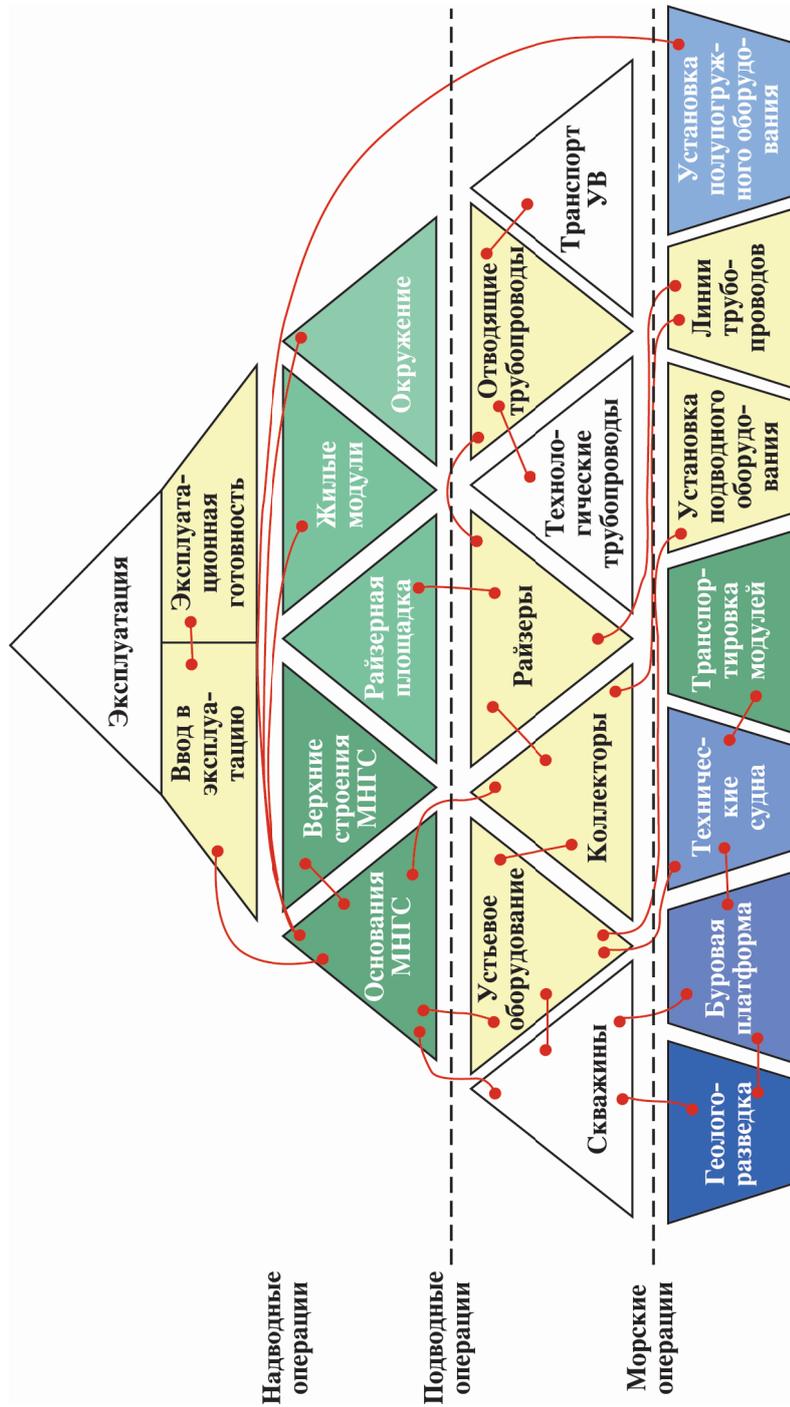


Рис. 1. Типовые технические взаимодействия, возникающие в процессе освоения морских нефтегазовых месторождений

с этим стратегию управления взаимодействиями следует рассматривать в рамках всего жизненного цикла инженерного сооружения, а не только в рамках EPC (Engineering Procurement Construction – проектирование, поставки, строительство) проектов (рис. 2).

**Разработка информационной объектно-ориентированной модели управления взаимодействиями.** В терминах IFC (Industry Foundation Classes), модель обозначает формальное описание требований, которые могут быть использованы разработчиками приложений, совместимыми с программным обеспечением. В данном случае, модель должна обеспечить возможность автоматизации задач идентификации, отслеживания, управления, анализа и предотвращения возникающих проблем, связанных с различными видами взаимодействий в процессе освоения шельфовых месторождений.

Исследователи из РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина в своей статье [1] предлагают концептуальную модель информационного взаимодействия, описывающую типы субъектов, объектов, методов и способов реализации, типов исходных данных применительно к типовым нефтегазовым проектам. Данная модель позволяет частично формализовать основные направления возможных взаимодействий, но не может быть принята за основу решения поставленной задачи, так как использует иную методологию моделирования и не охватывает весь спектр возможных взаимодействий.

В работе, посвященной описанию взаимодействий в контексте BIM-технологий, исследователи из виргинского политехнического института [6] предлагают подход (рис. 3), основанный на двухэтапном моделировании системы. Первый уровень – *уровень Моделирования* – представляет внутреннюю структуру объектно-ориентированной модели, основанной на классах и разбит на три основных стадии: категоризация взаимодействий, объектная иерархия и UML-диаграмма классов объектов. Все три уровня позволяют отобразить объекты взаимодействий в виде общей иерархической системы. Второй уро-

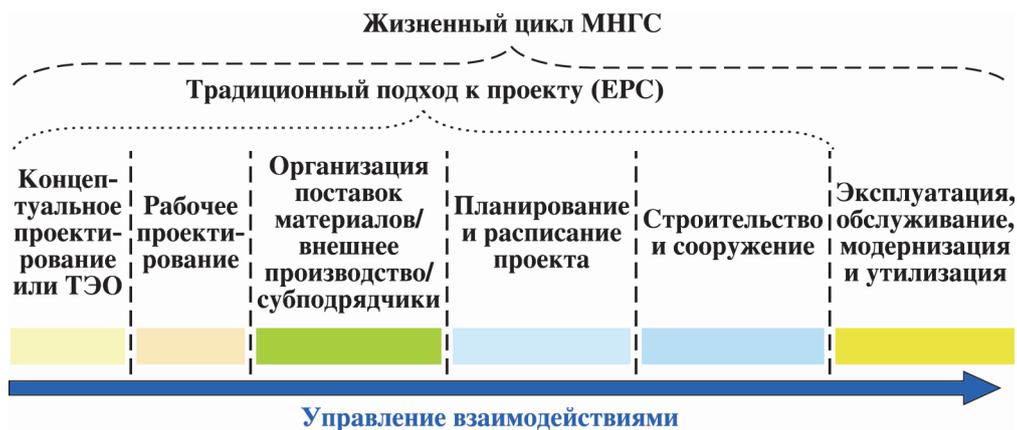


Рис. 2. Управление взаимодействиями на всех этапах жизненного цикла

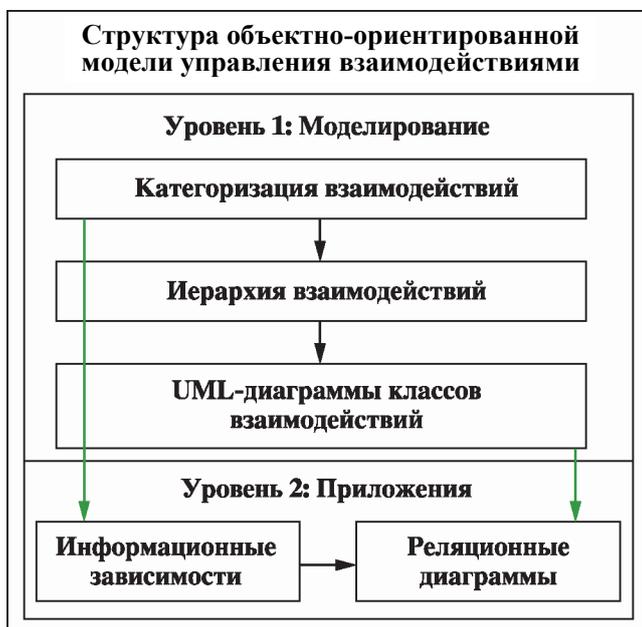


Рис. 3. Концептуальный подход к моделированию инженерных взаимодействий

вень – *уровень Приложения* – включает два основных компонента: взаимозависимости системных данных и реляционные диаграммы.

Наиболее важный этап моделирования, связанный с декомпозицией и классификацией возможных взаимодействий. Этапы моделирования на первом уровне имеют различные степени абстракции. Последний этап (UML-диаграммы классов взаимодействий) должен включать в себя специальный язык описания, при помощи которого будет сформирована модель, позволяющая описать модель таким образом, чтобы впоследствии реализовать ее в качестве автоматизированного приложения.

**Категоризация взаимодействий.** Определение и категоризация возможных взаимодействий – один из основных моментов (шагов), которые необходимо выполнить для разработки объектно-ориентированной модели взаимодействия (Interface Object Model), описывающей различные виды взаимодействия, возникающие в результате реализации проекта (рис. 4). Данная задача рассматривалась различными исследователями в начале 2000-х годов [3, 4, 5]. Но данные работы посвящены, в основном, вопросам гражданского строительства. На рис. 4 представлена категоризация взаимодействий, возникающих в рамках реализации морских нефтегазовых проектов.

На втором этапе первого уровня моделирования рассматривается структура объектной иерархии взаимодействий. На рис. 5 представлено сокращенное описание такой -структуры.

#### **Выводы.**

1. В результате исследований были идентифицированы возможные взаимодействия, возникающие в процессе реализации проектов освоения морских

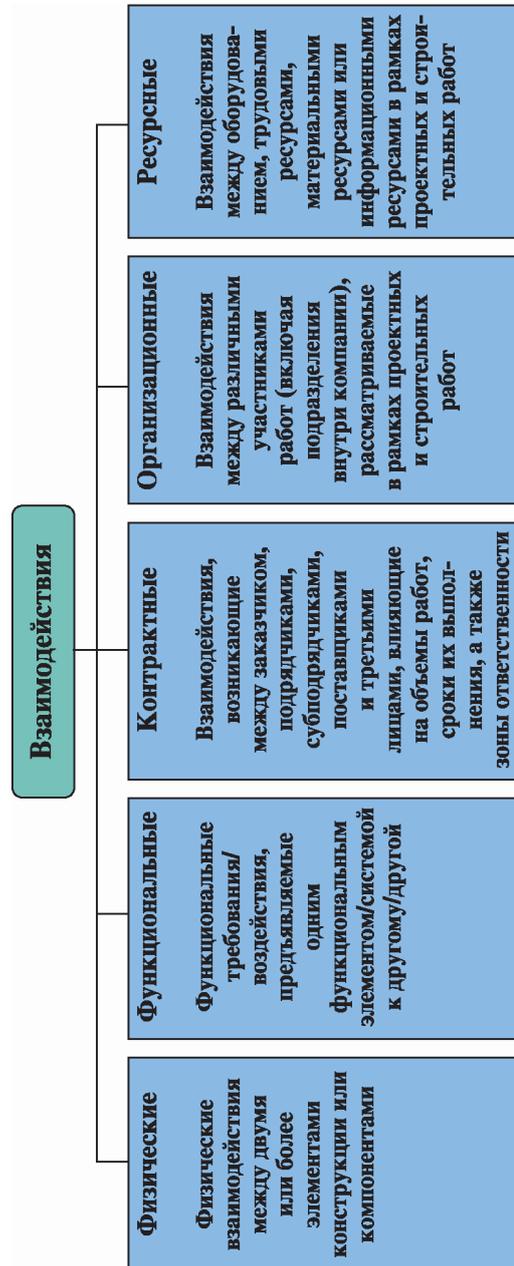


Рис. 4. Категоризация взаимодействий

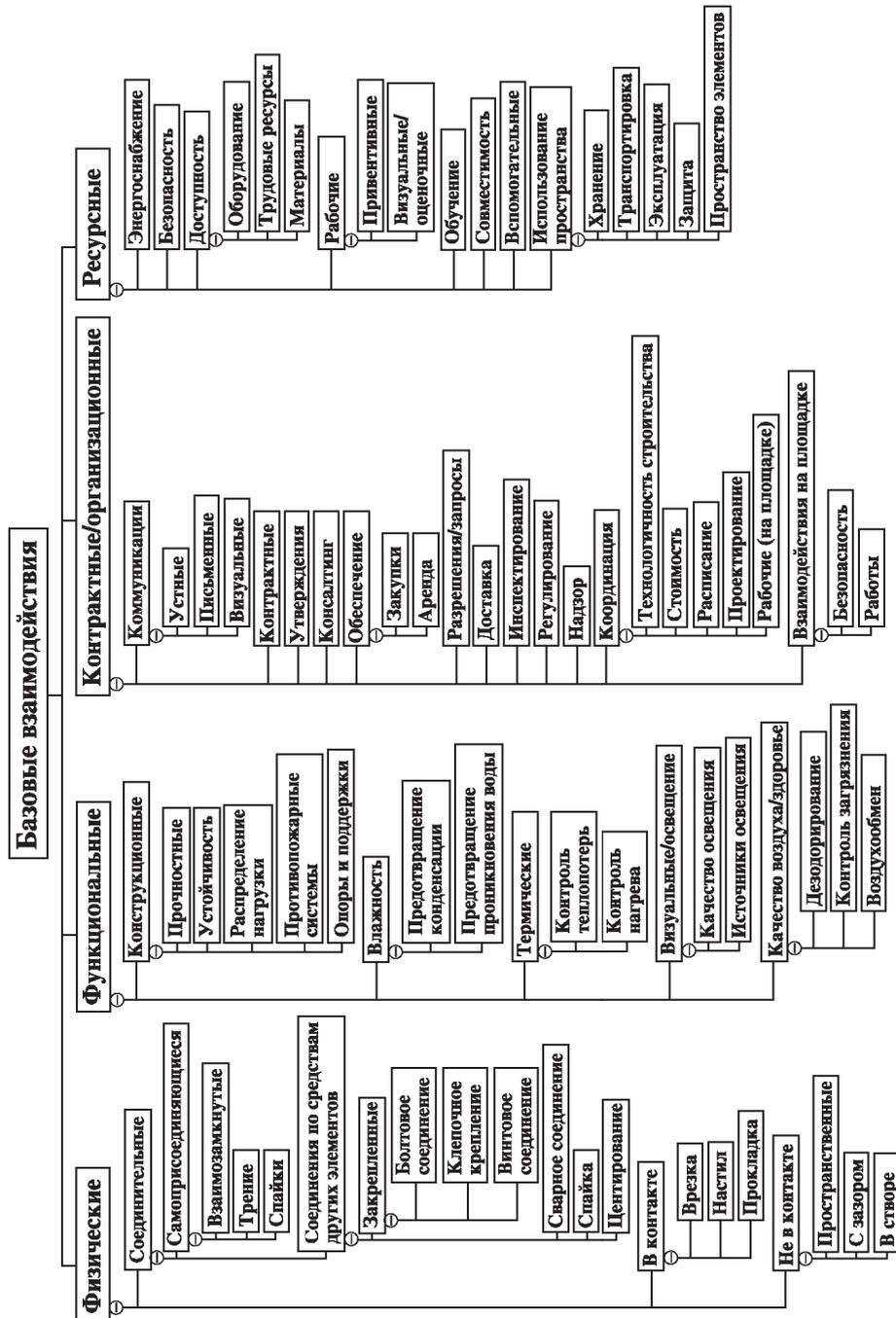


Рис. 5. Сокращенная (верхние уровни) иерархия взаимодействий в объектно-ориентированной модели

нефтегазовых месторождений, также осуществлена категоризация и сформирована их иерархическая структура.

2. Предлагаемая модель и методология ее описания позволяют представить информацию о взаимодействиях в унифицированном виде, что дает возможность впоследствии использовать ее для разработки специализированных Приложений по управлению взаимодействиями.

3. Реализация данного решения должна повысить результативность коллективной работы над проектами за счет стандартизации процесса управления взаимодействиями и автоматизации типовых процедур, позволяющих оперативно отслеживать и предотвращать возникающие коллизии на всех этапах жизненного цикла сооружения МНГС. Дополнительно появляется возможность планирования и координации деятельности значительного числа специалистов и организаций, а также оперативного принятия взаимоувязанных решений в контексте постоянного изменения проектных условий, сокращения сроков реализации проектов и ужесточения требований к качеству выпускаемой документации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздов С.В., Безкоровайный В.П. Инжиниринг типового единого информационного пространства реализации нефтегазовых проектов//Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2012. – № 8. – С. 15–21.
2. Корнеев Д.В., Белецкий Е.А., Тучков А.А. Проектирование морских нефтегазовых сооружений (МНГС) с использованием системы автоматизированного проектирования SmartMarine Enterprise//САПР и графика. – 2013. – № 6. – С. 45–48.
3. Critsinelis A. The modern field development approach//Proceeding of OMAE 2001 20<sup>th</sup> International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.
4. Gibb A.F.G. The management of construction interfaces: preliminary results from an industry sponsored research project concentrating on high performance classing in the United Kingdom//SCAL Convention, Construction Vision, 2000.
5. Laan J., Widenburg L., Klunen P. Dynamic interface management in transport infrastructure project//Proceeding of the 2th European System Engineering Conference, Munich, Germany, 2000.
6. Qian Chen. An object model framework for interface management in building information models//Doctor of Philosophy Dissertation in Environment Design and Planning. Virginia Polytechnic Institute and State University. – July 2007.

## REFERENCES

1. Drozdov S.V., Bezkorovajnyj V.P. Inzhiniring tipovogo edinogo informacionnogo prostranstva realizacii neftegazovyh proektov. Avtomatizacija, telemehanizacija i svjaz' v nefjtanoj promyshlennosti, 2012, no. 8, p. 15–21.
2. Korneev D.V., Beleckij E.A., Tuchkov A.A. Proektirovanie morskikh neftegazovyh sooruzhenij (MNGS) s ispol'zovaniem sistemy avtomatizirovannogo proektirovanija Smart-Marine Enterprise. SAPR i grafika, 2013, no. 6, p. 45–48.
3. Critsinelis A. The modern field development approach. Proceeding of OMAE 2001 20<sup>th</sup> International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.
4. Gibb A.F.G. The management of construction interfaces: preliminary results from an industry sponsored research project concentrating on high performance classing in the United Kingdom. SCAL Convention, Construction Vision, 2000.

5. *Laan J., Widenburg L., Klunen P.* Dynamic interface management in transport infrastructure project. Proceeding of the 2th European System Engineering Conference, Munich, Germany, 2000.

6. *Qian Chen.* An object model framework for interface management in building information models. Doctor of Philosophy Dissertation in Environment Design and Planning. Virginia Polytechnic Institute and State University. July 2007.

**Денис Владимирович КОРНЕЕВ** окончил магистратуру РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина в 2011 г. по специальности «Нефтегазовое дело». Аспирант кафедры автоматизации проектирования нефтяной и газовой промышленности РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. Автор 5 научных публикаций.

E-mail: d.v.korneyev@gmail.com

**Владимир Павлович БЕЗКОРОВАЙНЫЙ** окончил Донецкий государственный университет в 1971 г. по специальности «Радиофизика». Доктор технических наук, профессор РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина. Автор более 110 научных работ. Специалист в области автоматизации проектирования газотранспортных систем, управления проектами объектов газовой промышленности.

E-mail: vpbp@mail.ru

**Александр Петрович ПОЗДНЯКОВ** окончил РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, факультет автоматики и вычислительной техники. Специальность «Прикладная математика». Доктор технических наук, доцент. Автор более 90 научных публикаций. Председатель Совета директоров ООО «ПРАЙМ ГРУП», Директор Инженерно-технического центра ООО «ПРАЙМ ГРУП».

E-mail: trudyrgung@gubkin.ru