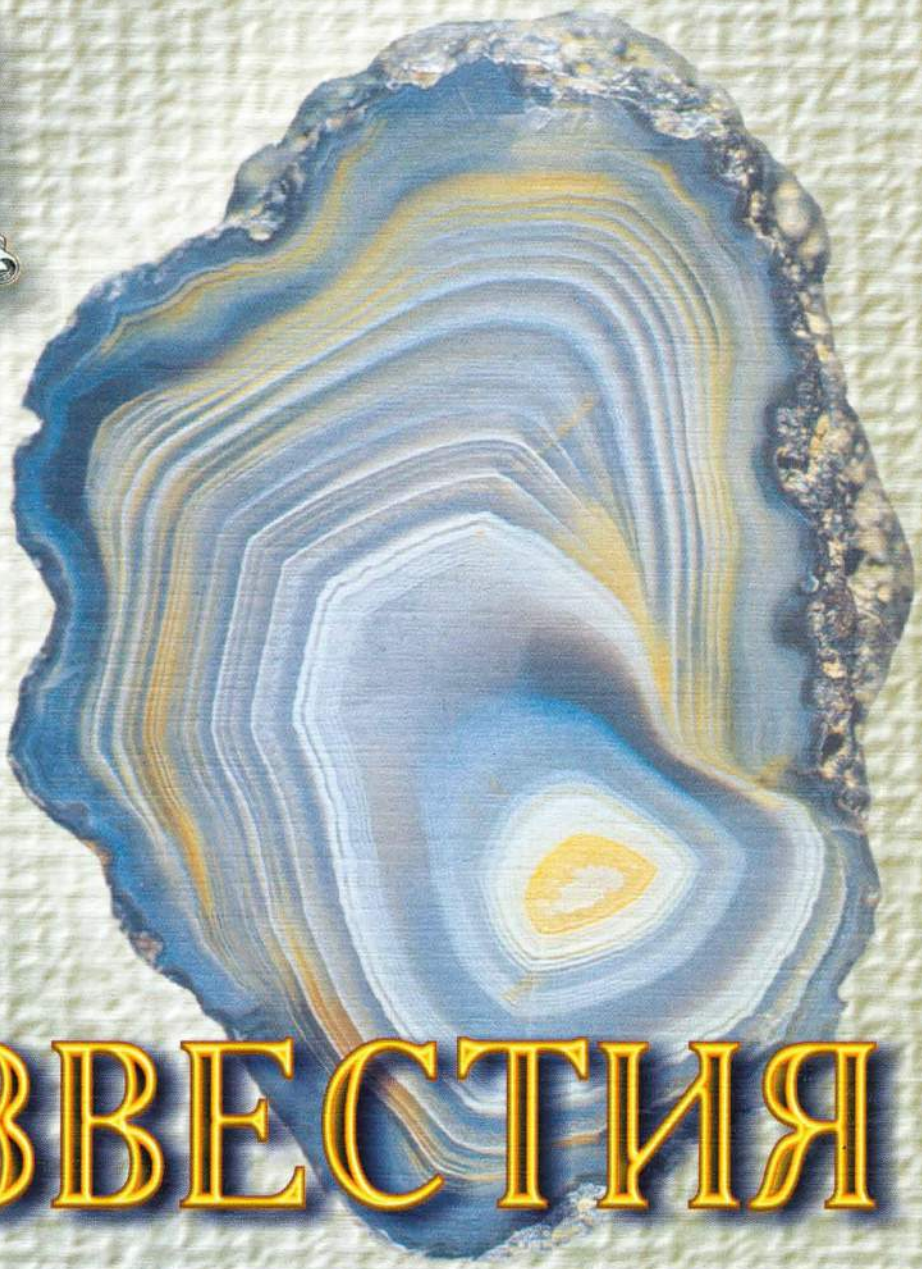
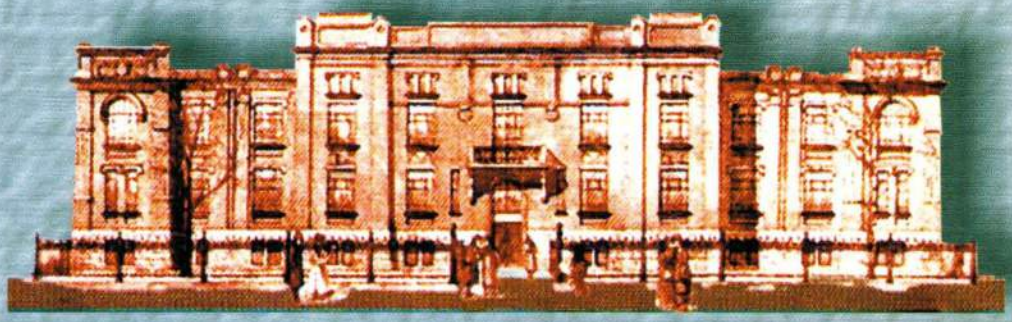
ISSN 2307-2091



ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного горного университета



Выпуск 2 (30), 2013

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного горного университета

Научно-технический журнал

Издается с 1918 г.

Выпуск 2(30)

2013

ISSN 2307-2091 Выходит 4 раза в год

Редакционная коллегия

Косарев Николай Петрович (главный редактор)	д-р техн. наук, профессор
Грязнов Олег Николаевич (зам. главного редактора)	д-р геол.-минерал. наук, профессор
Амдур Алексей Миронович	д-р техн. наук, профессор
Бабенко Владимир Витальевич	д-р геол.-минерал. наук, профессор
Баранников Александр Григорьевич	д-р геол.-минерал. наук, профессор
Боярских Геннадий Алексеевич	д-р техн. наук, профессор
Валиев Нияз Гадым-оглы	д-р техн. наук, профессор
Гордеев Виктор Александрович	д-р техн. наук, профессор
Гревцев Николай Васильевич	д-р техн. наук, профессор
Игнатьева Маргарита Николаевна	д-р экон. наук, профессор
Кардапольцева Валентина Николаевна	д-р культурологии, профессор
Козин Владимир Зиновьевич	д-р техн. наук, профессор
Корнилков Сергей Викторович	д-р техн. наук, профессор
Коротеев Виктор Алексеевич	академик РАН, д-р геол.-минерал. наук, профессор
Коршунов Игорь Георгиевич	д-р физ.-матем. наук, профессор
Кох Иван Адамович	д-р социол. наук, доцент
Лель Юрий Иванович	д-р техн. наук, профессор
Поленов Юрий Алексеевич (ученый секретарь)	д-р геол.-минерал. наук, профессор
Сидоров Александр Николаевич	д-р экон. наук
Сковородников Игорь Григорьевич	д-р геол.-минерал. наук, профессор
Сурнев Виктор Борисович	д-р физ.-матем. наук, профессор
Тимухин Сергей Андреевич	д-р техн. наук, профессор
Цыпин Евгений Федорович	д-р техн. наук, профессор

Редакция журнала

Главный редактор Косарев Н. П.
Зам. главного редактора Грязнов О. Н.
Ответственный секретарь Шорина Э. В.

Состав редакторов по разделам

Естественные науки:
Баранников А. Г. (ответственный редактор),
Амдур А. М., Коршунов И. Г.,
Сковородников И. Г., Сурнев В. Б.
Технические науки:
Тимухин С. А. (ответственный редактор),
Боярских Г. А., Лель Ю. И.
Социально-экономические и гуманитарные науки:
Игнатьева М. Н. (ответственный редактор),
Ветошкина Т. А., Кардапольцева В. Н., Кох И. А.,
Наседкин В. А., Удачина Н. А.
История университета, юбилейные даты:
Поленов Ю. А. (ответственный редактор)

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30,
Уральский государственный горный университет, комн. 3142. Тел.: (343)251-15-95
E-mail: iuggu@66.ru
http://www.ursmu.ru/science/izdatelskaya-deyatelnost/izvestiya-uggu.html

© Уральский государственный горный университет, 2013

© Авторы, постатейно, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Виноградов А. М., Сапожников В. М.
О методологических установках интерпретации геополей 5

Бешенцев В. А.
Ресурсы подземных вод Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона и проблемы их использования 15

Котович А. А., Гуман О. М., Макаров А. Б., Антонова И. А.
Эколого-геохимическая оценка почв на территории проектируемого Быстринского ГОКа 21

Студенок А. Г., Студенок Г. А., Ревво А. В.
Оценка методов очистки сточных вод от соединений азота для дренажных вод горных предприятий 26

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Банников А. Е., Голубко Б. П.
Оценка точности маркшейдерско-геодезического обеспечения при строительстве высотных инженерных сооружений и методы ее повышения 31

Макаров В. Н., Горбунов С. А., Баутин К. В., Баутин С. П.
Исследование циркуляционного течения атмосферного воздуха под действием силы Кориолиса 35

Дегтярёв Е. А., Карякин А. Л.
Влияние вида функций активаций нейронов на относительную ошибку прогнозирования электропотребления 39

Давыдов С. Я., Потапов В. Я., Костюк П. А.
Элементы расчета контейнерного пневмотранспорта 43

Резников М. А.
О методах оценки устойчивости горных выемок 50

NATURAL SCIENCES

Vinogradov A. M., Sapozhnikov V. M.
About methodological principles of geofields interpretation 5

Beshentsev V. A.
The groundwater resources of the Yamal-Nenets oil and gas producing region and problems of their use 15

Kotovich A. A., Guman O. M.. Makarov A. B., Antonova I. A.
Ecological-geochemical assessment of soils on the territory of projected Bystrinsky GOK (concentration plant) 21

Studenok A. G., Studenok G. A., Revvo A. V.
Assessment of methods of waste waters cleaning from nitrogen for drainage waters of mining enterprises 26

TECHNICAL SCIENCES

Bannikov A. E., Golubko B. P.
Assessment of the accuracy of surveying-geodetic support in construction of high engineering structures and methods of its increasing 31

Makarov V. N., Gorbunov S. A., Bautin K. V., Bautin S. P.
Investigation of air flow circulation under influence of Coriolis force 35

Degtyarev E. A., Karjakin A. L.
Influence of the type of activation of neurons functions on a relative error of power consumption forecast 39

Davydov S. Ya., Potapov V. Ya., Kostyuk P. A.
Elements of calculation of container pneumatic transportation 43

Reznikov M. A.
About methods of assessment of mine workings stability 50

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Мочалова Л. А., Юрак В. В.
Систематизация методов управления стоимостью компании 54

Шейкин А. Г., Жарова Т. Ю.
Анализ проблем и возможных управленческих решений при реализации проектов по утилизации попутного нефтяного газа: роль государства и малого бизнеса 59

Мочалова Л. А., Терновский Я. В., Борисов А. В.
Условия практической реализации концепции устойчивого развития и формирования «зеленой» экономики 66

Шорин А. Г.
Проектный тест «Чатуранга» 74

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

К 130-летию со дня рождения
Шадлун Николай Акимович
(1883–1932)
Филатов В. В. 83

ABSTRACTS AND REFERENCES 88

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ 98

SOCIAL-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES

Mochalova L. A., Jurak V. V.
Systematization of methods of the cost management of company 54

Sheikin A. G., Zharova T. Yu.
Analysis of problems and possible management solutions for projects realization on utilization of associated oil gas: role of state and small business 59

Mochalova L. A., Ternovsky Ya. V., Borisov A. V.
Conditions for practical realization of the concept of sustainbale development and formation of "green" economy 66

Shorin A. G.
Chaturanga project test 74

OUR JUBILEE PERSONS

To the 130th anniversary since the birth
Shadlun Nikolaj Akimovich
(1883–1932)
Filatov V. V. 83

ABSTRACTS AND REFERENCES 88

REQUIREMENTS TO MANUSCRIPTS 98

Вниманию читателей

Оформить подписку на журнал на 1-е полугодие 2014 года можно во всех отделениях Почты России (подписной индекс издания в каталоге Роспечать – 25145).

УДК 550.83

О МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОПОЛЕЙ

А. М. Виноградов, В. М. Сапожников

Показано, что теория и практика описания и интерпретации физических и других полей в геологии используют сложившиеся главные методологические установки. Они раскрывают качественные и количественные признаки объекта и предмета исследований. Системное единство этих установок открывает подходы и перспективы создания общего алгоритма интерпретации геополей.

Ключевые слова: *геофизика; геология; поля; интерпретация; систематика; методология; формализация; алгоритмизация.*

В последние десятилетия внимание специалистов привлекает проблема создания единой теории интерпретации геофизических полей. Однако, несмотря на фундаментальный сдвиг в возможностях современного программно-математического обеспечения исследований, даже общие кардинальные подходы к решению проблемы разработаны еще недостаточно. Продуктивные решения частных задач для конкретных условий являются предпосылками достижения поставленных целей – и этим пока довольствуется геофизическая практика. Очевидно, что при решении прежде всего трудноформализуемых задач должны сочетаться методологическая, теоретическая и программно-алгоритмическая стороны описания вещественных и энергетических полей. Исполнители работ принимают ту или иную концептуальную установку, вносят свои коррективы в нее и, как правило, процедуры своих подходов оставляют в подтексте. Однако целесообразно по возможности раскрывать эти подходы в контексте разделов о методиках исследований.

Например, в нашей практике отмеченное заключается в применении блок-схемы геологической интерпретации вещественных и энергетических полей. Предлагаемая методика на стадии завершенного НИР рекомендована для использования в программном обеспечении отечественных компьютеризированных многозондовых каротажных станций в системе «ГИС-Руда», что позволило однотипно подходить к решению различных геологических задач. В зависимости от сложности задач и требований к конечному результату в ней превалируют качественные или количественные решения. Соблюдается главный системный принцип – стремиться сложные задачи решать просто, простые – полно. При этом привлекаются различные частные программы, не противоречащие общему устремлению в интерпретации по принятой блок-схеме. В конечном итоге, с методологических позиций процесс интерпретации сводится к саморазвитию диалога интерпретатора с исходными материалами и получаемыми результатами с использованием частных программных средств.

В данной статье ограничимся сжатой систематикой сложившихся методологических установок в интерпретации полей различной природы (геофизических, геохимических, минералогических, геоморфологических и т. д.), которые могут быть положены в основу конструкции общего алгоритма (рис. 1).

Количественные и качественные способы интерпретации. Опыт применения методов геофизики показывает, что интерпретация полей фактически является технологической операцией, обеспечивающей принятие решений в процессе геологоразведочных работ. При этом предмет изучения рассматривается как материальный носитель цели, а метод оперирует с геополем – «пространством объекта исследований, каждой точке которого может быть поставлено в соответствие определенное значение какой-либо характеристики» [1–3], отражая различные стороны предмета через его модели. Тогда для всестороннего из-

учения предмета требуется набор (комплекс) геополей. Однако применение этого набора и соответствующих ему моделей создает свои проблемы, связанные с выделением и соединением частных моделей в предметном образе данной цели.

Отмеченные соотношения предмета, цели, метода ее достижения детально рассматриваются при изучении познавательной деятельности и в частности наиболее успешно реализуются средствами общей теории систем [4, 5]. Однако в каждой области эти средства приобретают самостоятельное выражение, связанное с решением конкретных задач и преодолением конкретных трудностей, возникающих при их решении. В данной работе это относится к развивающейся общей теории интерпретации физических полей [6–9].

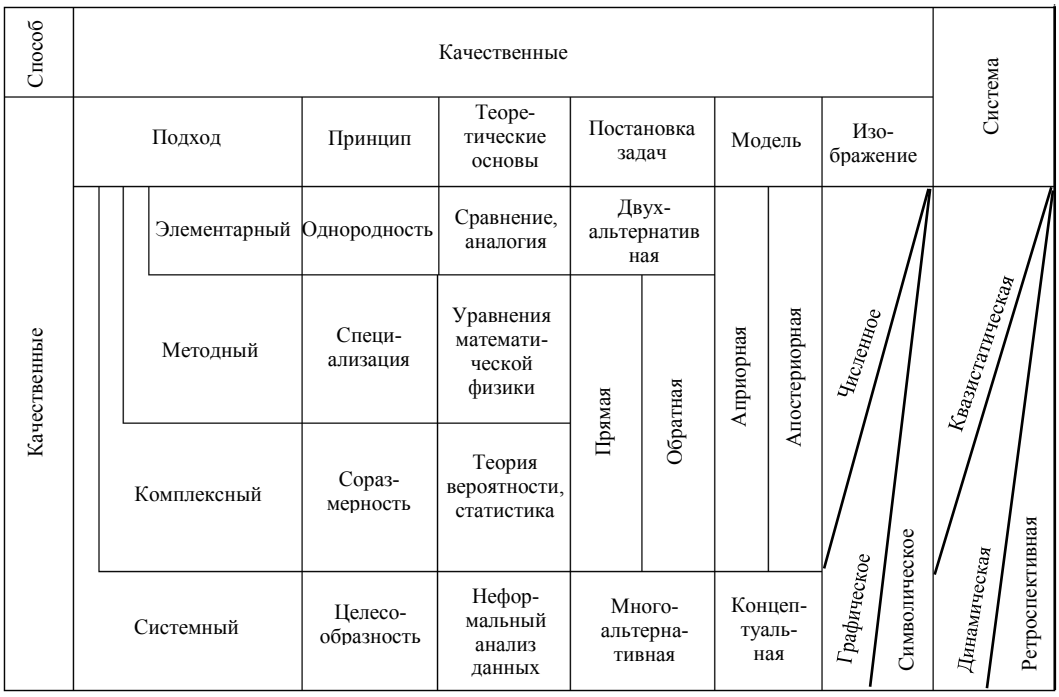


Рис. 1. Систематика методологических установок интерпретации геополей

В основу систематики можно однозначно положить качественные и количественные способы. Они применяются с момента зарождения геофизики, хотя разграничение их условно. Однако в конкретных условиях, например в первый период поисков колчеданных месторождений, преобладала качественная интерпретация. При ней происходит рецептивное восприятие геополей в связи с некоторыми характеристиками объекта или объектом в целом. Качественная интерпретация выражается через описание полей и изображение их контуров в сопоставлении с образами явлений, известными из накопленного опыта, а также из результатов физического или математического моделирования. Так, в методе изолиний – ведущем методе поисков в процессе становлении рудной геофизики – при наблюдениях не ставилось целью определение численных значений напряженности электрического поля. При интерпретации же производилась качественная реконструкция направлений течения тока в сравнении с моделью, установленной для разнообразных ситуаций [10]. Этого было достаточно для выделения осей распределения электрических неоднородностей на плане изолиний потенциала. Подобный подход присутствует при решении других, порой достаточно сложных задач. В настоящее время мог реализовываться подход на исключение нормальной составляющей поля и вычисление аномального поля, более удобного для решения вопросов о природе неоднородностей изучаемого массива пород. Метод изолиний уже не применяется, но отмеченный подход успешно реализован в методе заряда [11].

Дальнейшее развитие качественной интерпретации связано с использованием метода распознавания образов, в том числе при

прогнозировании колчеданных месторождений [5, 12]. Геофизические исследования, опережая геологическое изучение объекта, не могли дать ответ на вопрос о природе разнообразного распределения геополей в районе известных месторождений и за их пределами. Поэтому было принято решение «на основании изучения материалов по известным объектам относить проявление аномальных признаков к одному из объектов установленной системы классов» [12]. Далее на основании выбора и ранжирования признаков геополей в районе известных месторождений формировалось решающее правило. Таким образом, в автоматическом режиме изучалась вся исследуемая площадь с выделением прогнозных участков по степени соответствия образу известного объекта.

В настоящее время качественная интерпретация приобретает научное обоснование и рассматривается с позиции теории анализа данных при автоматизированной обработке. Суть ее сводится к привлечению и развитию интуиции при формировании решений в области, где традиционные методы оказываются бессильными. Зачастую это вызвано трудностями формализованного описания объекта в сложившихся стереотипах понятий и гипотез. Парадоксальным в рассматриваемом случае является то, что цель может быть достигнута при качественной интерпретации посредством менее полных, достоверных и точных результатов, чем это необходимо с применением количественной интерпретации.

В конечном итоге качественная интерпретация геополей охватывает весь исторически сложившийся арсенал способов и приемов. Они обеспечивают решение поставленных задач от принципов «ищи руду около руды» и «ищи руду по аномалиям геополей» до современной научной парадигмы [8]: формализация + системный подход + критерий оптимальности + автоматизация, в которой качественные и количественные стороны интерпретации уже фактически сливаются.

Если качественная интерпретация предполагает неформализованное численное, знаковое или языковое описание, то количественная интерпретация ставит задачу формализовать описание объекта с заданной точностью, полнотой и достоверностью. Последнее обеспечивается теоретически обоснованными операциями, определяющими положение и свойства объекта, а также отношения с объектами иного рода. Таким образом, различия между качественными и количественными способами интерпретации сглаживаются по мере совершенствования принципов и подходов, использованных при формализованном описании геополей, но эта проблема требует дальнейшего методологического обоснования.

Принципы и подходы. Анализируя сложившуюся практику интерпретации геополей, можно выделить в ней элементы, согласующиеся с установками [3] общей теории систем (ОТС). Наиболее четко они раскрываются при обосновании методологии тектонического картирования [13] в виде принципов однородности, специализации, соразмерности и целесообразности. В познавательном процессе приоритет каждой из установок или их сочетаний определяет специфику описания геополей, среди которых выделяются элементарный и комплексный, методный и системный подходы. Принцип однородности-элементарности отвечает общему элементарному подходу к интерпретации. Он предусматривает выделение в системе неделимых элементов. Из этих элементов строятся качественные и количественные описания полей (характерные точки, осредненные и интегральные значения каких-либо параметров, например аномалий комплекса методов и т. д.), и на этой основе устанавливается характеристика (кромки, границы, центры и т. д.) модели предмета исследований. При элементарном подходе решаются частные задачи интерпретации с определением отдельных характеристик геополей и согласованных с ними характеристик предмета исследований. Элементарный подход широко используется при обработке геофизической информации [7].

Принцип специализации – отношения связи между элементами, скрепляющими их в единое целое, – выступает в качестве руководящего в методном подходе. Результаты интерпретации представляются в виде модели, специализированной относительно некоторого свойства (плотности, магнитности, содержания меди, количества темноцветных минералов и др.). Такая модель

дает одностороннее отражение предмета. В одних случаях она согласуется с предметом исследований, в других – фиксирует некоторый элемент предмета (простирание, выход на эрозионный срез, избыточную плотность и др.) или отражает совместное влияние структурных элементов среды, не решая поставленной перед интерпретацией целевой задачи. Методный подход в интерпретации разработан в специальных курсах геофизики и других наук, изучающих геополя.

Принцип соразмерности – условие, ограничивающее отношения единства элементов, является ведущим в комплексном подходе к интерпретации. Ю. А. Косыгин определяет принцип соразмерности как руководящий при тектоническом районировании с точки зрения необходимости сопоставления размеров геологических тел в связи с их составом и строением, особенностями истории формирования и развития. При сопоставимости размеров неделимых элементов разных специализаций используются методы распознавания образов, производится классификация геологических моделей, сформированных по признакам и характеристикам геополей. В основу комплексной интерпретации в геофизике положена физико-геологическая модель, которая разносторонне описывает геологический объект. Подобная модель может быть сформирована для разных специализированных комплексов исследований, эффективных при достижении различных геологических целей.

Принцип целесообразности – неизбежная принадлежность любой из систем связанных элементов хотя бы к одной системе, имеющей отношение к познавательно значимой цели, является признаком системного подхода к интерпретации геополей. Для пояснения принципа уместно привести рассуждения Ю. А. Косыгина: «Принцип целесообразности применительно к описанию заключается в выборе таких структурных и вещественных признаков, которые наиболее существенны для характеристики структурных элементов в соответствии с принятыми целями исследований… Если карта представляет собой основу для поисков рудных месторождений, то важно показать местонахождение массивов изверженных пород различного формационного типа и рудной специализации, расположение глубинных разломов, древние эруптивные аппараты, рудные и рудоносные формации и т. д.» [13]. Таким образом, при системном подходе формируемые модели должны объединяться в такие композиции, которые наиболее полно согласуются с принятой геологической концепцией или увязывают эту концепцию с логически непротиворечивыми реконструкциями, направленными на достижение поставленной цели.

Теоретические основы интерпретации, постановка и решение задачи. Интерпретация геополей – это сложный многоступенчатый процесс с прямыми и обратными связями достигнутых результатов, с простыми и сложными способами решений, с различным аппаратом и уровнем теоретического обоснования формальных и неформальных процедур. Каждый подход к интерпретации имеет свой арсенал теоретических средств.

Элементарный подход исходит из сравнения и аналогии. Сравнение – это процедура интерпретации, основанная на установлении сходства и различия геополей по отдельным характеристикам или их сочетаниям и установлении их соответствия предметному содержанию цели или ее характеристикам. Сравнение оперирует формализованными или неформализованными понятиями «больше–меньше», «совпадает–расходится», «точно–приблизительно», «достоверно», «полно и наоборот» и другими. Так, во многих случаях при выделении перспективных аномалий необходимо, а порой и достаточно пространственное совпадение положительных гравитационных аномалий и аномалий электропроводности. Сравнение как основа классификационных приемов – также немаловажная операция при интерпретации. Например, по интенсивности аномалии силы тяжести при прочих равных условиях выделяют группу аномалий однозначно рудной природы. Важным направлением применения сравнения при интерпретации является установление некоторой объективной общности явлений с выявлением наиболее существенных характеристик, признаков и свойств объектов. Этот вопрос связан с одной из наиболее сложных и слабо разработанных проблем в геологии – формализацией описания геологических тел и геологических полей [14].

Аналогия при интерпретации геополей предусматривает установление сходства меж-

ду явлениями и на этой основе интуитивное или логическое построение гипотез и теорий об их содержании. Сходство раскрывается через упорядоченность геометрических характеристик [6]. Упорядоченность для вещества выражается через геологические тела, а для геополей – через их очертания-контуры. Образное восприятие аналогии одного с другим осуществляется через общность с третьим – признаками сравнения. Таковыми являются: локальность, симметричность, зональность, направленность, асимметричность изучаемых тел и отвечающих им контуров геополей. В качественной интерпретации эти признаки являются руководящими при выделении и описании объекта, формировании логически непротиворечивых выводов о наблюдаемых явлениях и решениях, направленных на достижение цели. Существуют автоматизированные процедуры, формализующие выделение и прослеживание признаков объекта в сопоставлении их с предметом изучения. Так, иерархия локальных неоднородностей гравиполей устанавливается при составлении карт остаточных аномалий с разными параметрами процедур преобразования исходного поля. Она приводит к выделению иерархии локальных неоднородностей в структуре распределения плотностей. Специальные процедуры преобразований выполняются при изучении направленности составляющих геополей. Заслуживает внимания разработка способов преобразований, раскрывающих зональность, симметричность, асимметричность составляющих полей. Аналогия – важная исходная посылка в интерпретации при установлении соотношений упорядоченности геополей и сопоставляемых с ними структур вещественных элементов предмета исследований.

Теоретические начала методного подхода в интерпретации заложены в решениях дифференциальных уравнений Лапласа, Пуассона, уравнениях колебательных явлений и теплопроводности, предлагаемых математической физикой [6]. Каждое из этих уравнений имеет бесконечное множество частных решений. Поэтому выбор необходимого решения производится, исходя из поставленных целевых задач, а единственность решения обеспечивается конкретным заданием характеристик непротиворечиво с возможностями математического описания признаков, отражающих модель в физических полях. Модели отмеченной и других специализаций исходят как из детерминированной сущности изучаемых явлений, так и с позиции вероятностной реализации ожидаемых событий. В последнем случае используется аппарат теории вероятностей и математической статистики. Этот же аппарат используется при комплексной интерпретации геополей.

Системное единство разнообразных теоретических начал в интерпретации в конечном итоге определяется решением методологической проблемы в геологии – выделение объекта исследований и его соотношений с предметной сущностью цели. Отмеченная научная проблема лишь в последние десятилетия получила разностороннее рассмотрение. Как следствие, она нашла отражение в области теоретического развития интерпретации геополей. В частности, она рассматривается с позиции теории неформального анализа, «учитывающей особенности человеческого восприятия данных» [15].

В настоящее время сложилась определенная система постановки задач в интерпретации. С самых общих позиций она сводится к дву- и многоальтернативной, прямой и обратной задачам. Двуальтернативная постановка обычна для элементарного подхода рассматриваемой систематики. При этом поля делятся на две составляющие (аномалия – фон, полезная часть – помеха), а процедура интерпретации подбирается таким образом, чтобы поставить в соответствие объекту характеристики свойств предмета, обеспечивающие достижение цели. Двуальтернативная постановка задач, например, связана с прямыми поисками рудных тел. Многоальтернативная – получила развитие при использовании геофизики для целей картирования и решении задач прогнозирования и поисков. Она предъявляет к процедурам обработки, интерпретации и оформлению результатов определённые требования. Так, поля кажущихся сопротивлений по данным электропрофилирования избирательно используются для выделения направленных зон полей, связанных с разрывными нарушениями, зональных структур полей, отвечающих зонам метасоматоза. С учётом этих построений намечаются локальные аномалии, перспективные на выявление рудных тел. Та-

ким образом, двухальтернативная постановка задач связана с оптимальным, а многоальтернативная – с рациональным процессом работ.

В теории интерпретации геополей любой специализации обычно рассматриваются две стороны поставленной задачи – прямая и обратная. При прямой – каждому формализованному описанию распределения структуры свойств вещества однозначно соответствует формализовано описанная структура характеристик геополей. При обратной постановке задачи любой формально описанной структуре характеристик геополей отвечает некоторое множество формально описанных ситуаций распределения характеристик свойств вещества. Это множество регламентируется соразмерностью контуров рассматриваемой структуры характеристик геополей, поставленной в соответствие к структуре характеристик свойств вещества. Из отмеченного логичен вывод о сужении неоднозначности решений обратной задачи при совместном рассмотрении комплекса геополей. Однако следует подчеркнуть, что для этого требуется выделить в рассматриваемом контуре набор сопоставляемых между собой характеристик геополей различной природы.

Модель, изображение и интерпретационные системы. Интерпретация геополей является технологической операцией процесса изучения геологического пространства. Модель же выступает в качестве фиксированного результата, достигнутого этим процессом. С учётом отмеченного выделяются три группы моделей: априорная, апостериорная и концептуальная.

Априорная – это исходная обобщенная модель геополей и связанной с ними структуры геологических тел, сформированная на предыдущем этапе геологоразведочного процесса, либо экспериментально или теоретически выделенная в результате решения прямой задачи с использованием известных или предполагаемых характеристик свойств вещества изучаемого геологического пространства.

Апостериорная модель – это модель конкретной наблюдаемой ситуации, согласованная с априорной общностью ожидаемых и выявленных характеристик полей и свойств вещества.

Модели, приведённые в соответствие с принятой руководящей теорией или гипотезой, относятся к классу концептуальных. Они формируются из неделимых элементарных моделей или их частных композиций. Такие модели часто имеют различные иерархические уровни организации составных элементов и сквозных элементов, охватывающих разные уровни, скрепляющие иерархии моделей в единую концепцию. Для каждого уровня иерархии строятся априорные модели, согласованные с концепцией, отклонение же апостериорной модели от априорной на каком-либо этапе интерпретации приводит к её уточнению. Когда же априорные сквозные модели не согласуются с апостериорными, происходит изменение или отклонение принятой геологической концепции. В настоящее время разработаны концептуальные модели при поисках различных типов месторождений. Они в наиболее завершенной форме отражают системный подход к интерпретации геополей.

Достаточно существенным в оформлении результатов интерпретации, представляемых через модели различного содержания, является их изображение. Это самостоятельная важная операция, имеющая свою теорию и технологию. Однако она методологически связана с содержательной стороной интерпретации и предъявляет к ее результатам определенные требования. Главное из них – это минимально возможное количество знаков и согласованность этих знаков с общей системой формирования изображения.

Обычны числовые, графические и символические изображения. Однако при их формировании в геологии еще не найден общий подход. Поэтому каждая статья, монография или другая работа сопровождаются своим набором изобразительных средств, поясняемых в условных обозначениях или в заголовках программ. Такой не оптимальный подход связан не столько с техникой изображения, сколько с отсутствием терминологического и понятийного единства при описании явлений, имеющих место в формирующейся общей теории интерпретации геополей.

Изложенная систематика установок интерпретации геополей относится к области квазистатических систем в геологии [16]. В этой системе геологическое время является фиксированным, а процедуры интерпрета-

ции и оформления их результатов касаются выяснения пространственных соотношений элементов геополей и свойств вещества. Однако осмысливание полученных результатов невозможно без обращения к динамическим и ретроспективным системам геологии. С другой стороны, квазистатическая система является отправным элементом для прогнозирования геодинамики современных явлений и ретроспективного обращения в геологическое прошлое для выявления элементов, роль которых для практических целей через квазистатические построения установить невозможно. Так, радиальные и кольцевые структуры гравимагнитных полей, выделяемые в районе развития вулканогенных пород на Южном Урале, с учетом данных по современным вулканическим областям удалось увязать с кальдерной палеотектоникой, а это позволило выйти на геофизические признаки прогнозирования рудовмещающих структур. Ранее отмеченные и другие многочисленные примеры из нашей практики и практики других работ указывают на формирование нового направления в интерпретации геополей – системного подхода [17].

Рассмотренная систематика методологических установок интерпретации геополей показывает на общность каждой из них, а это является предпосылкой для обоснования общего алгоритма системной интерпретации геополей, рассматриваемой в качестве технологической операции геологоразведочного процесса. Возможная версия такого алгоритма и проблемы геометризации в квазистатической системе геологического пространства обсуждаются в работах [18–20].

В качестве примера, позволяющего продемонстрировать некоторые положения выполненного обзора, приведем материалы геофизических съемок, послужившие основой успешных поисков урановых руд гидрогенного генезиса [21].

Применялся комплекс структурных методов (гравиметрия и магниторазведка с измерением напряженности гравитационного (Δg) и магнитного (T) полей). Из поисковых методов предпочтение был отдано электроразведке методами срединного градиента (с измерением кажущихся сопротивления (КС, $\rho_к$) и поляризуемости (ВП, $\eta_к$)), естественного поля с измерением потенциала ($U_{ЕП}$), а также радиометрии с измерением гамма-поля (J_γ). Комплекс основывался на априорной физико-геологической модели искомого объекта, взятой по аналогии с ориентировкой на один из типов урановых месторождений.

Благоприятным признаком является меганеоднородность геологической среды. Интерес представляют приграничные области блоков, интрузий, палеовулканов, структур, подчеркиваемые тектоническими нарушениями. Типичные гидрогенные месторождения урана образуются в проницаемых (трещиноватых, обломочных) в большей части осадочных породах, которые относительно более электропроводны. Для гидрогенных месторождений характерны положительные аномалии естественного электрического поля (ЕП), которые возникают не выходе к поверхности зон разгрузки обогащенных рудными минералами вод. Развитие в таких зонах сульфидной и урановой минерализации способствует повышению в них поляризуемости и естественной радиоактивности. Однако вследствие возможного проявления этой минерализации на глубине аномальность соответствующих ей геополей может быть слабой, что требует применения комплексной и количественной их интерпретации.

Рассматриваемый комплекс отражает принцип целесообразности, так как ориентирован на наиболее существенные признаки урановых месторождений. В условиях изучаемой площади с широким развитием карбонатных отложений интерес представляли участки контактов карбонатных и вулканогенных пород. Предпосылкой для их выделения показаны на типовой физико-геологической колонке месторождения, которая формировалась в процессе поисково-разведочных работ, ее окончательный вид представлен на рис. 2.

Вулканогенные породы отличаются от известняков относительно повышенными плотностью и магнитной восприимчивостью. Поэтому в большинстве случаев положительные аномалии изучаемых гравимагнитных полей (Δg и ΔT) интерпретировались как индикаторы вулканогенных пород (рис. 3).

Из теории и практики комплексной интерпретации этих полей известно, что нарушения качественного соответствия между аномалиями этих полей являются благоприятным признаком для обнаружения месторож-

дений многих полезных ископаемых. Поэтому подобные участки по аналогии представляют первоочередной интерес. Такой участок может быть выделен на демонстрируемом профиле (рис. 3). Как оказалось, он соответствует обнаруженному впоследствии месторождению. Для более наглядного отражения аномалий подобного рода целесообразно выполнять нормирование гравитационных и магнитных полей, обеспечивая их совпадение на большей части профиля или площади, что позволит более наглядно выделить участки расхождения полей. Такой подход является простейшим приемом в методе распознавания образов.

Для интегрального представления аномалии структурных методов использована функ-

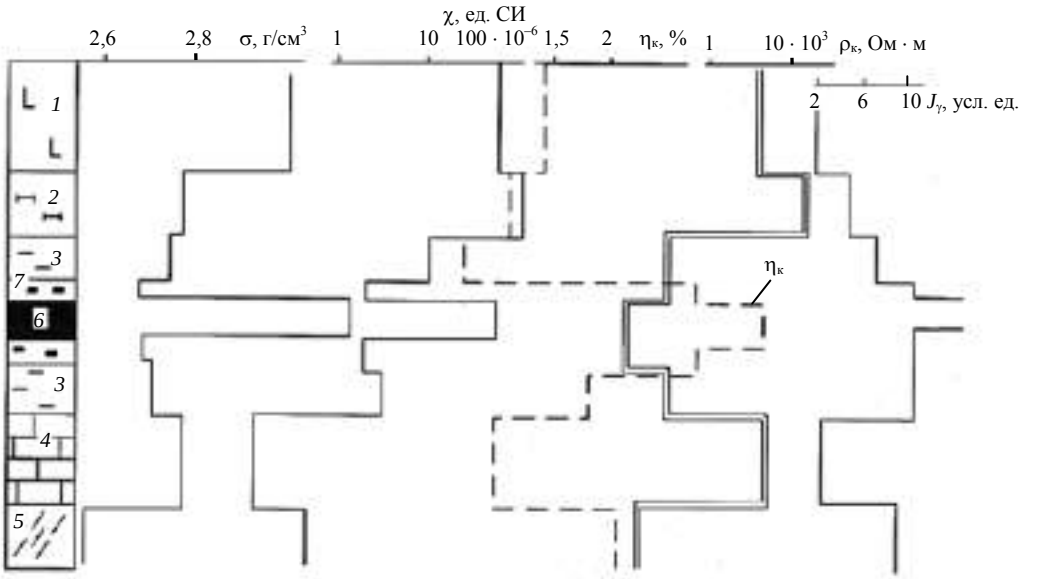


Рис. 2. Типовая физико-геологическая колонка месторождения урана (см. рис. 3): последовательно изображены: геологическая колонка, графики плотности, магнитной восприимчивости, кажущихся поляризуемости и удельного сопротивления, радиоактивности горных пород разреза [21, 22]

ция θ_1 комплексного показателя контрастности гравитационного ($\gamma_{гр}$) и магнитного ($\gamma_м$) молей, вычисляемая по формуле $\theta_1 = \gamma_{гр} - \gamma_м$ [1]. Безразмерные показатели контрастности локальных гравитационных и магнитных аномалий γ определялись с учетом данных статистики относительно нормального поля по большой площади и выражались в долях среднеквадратичного распределения фона. Как видим, аномалия θ_1 приблизительно фиксирует структурную неоднородность среды под профилем наблюдений с отчетливым участком расхождения сопоставляемых аномалий методов.

При анализе геополей поисковых методов заметны частичное расхождение перспективных аномалий $\rho_к$ и $U_{ЕП}$, а также серия слабопроявленных по интенсивности аномалий $\eta_к$ и J_γ. Эти факты связаны с различной специализацией методов по отражению разномасштабных и пространственно несовпадающих зон, связанных с оруденением. Так, обширная область понижения удельного сопротивления может фиксировать ореол околорудно измененных пород, а высокий потенциал ЕП обычно приурочен лишь к выходу этого ореола к дневной поверхности. Положительные аномалии ВП и радиоактивности могут соответствовать как участкам интенсивной минерализации на глубине, так и слабоминерализованным породам вблизи поверхности. Поэтому интерес представляют участки, где аномальные признаки частных моделей геополей проявлены совместно и сближены пространственно.

Для реализации комплексного подхода к решению многоальтернативной задачи поисков уранового оруденения вычислена функция θ_2, учитывающая вклад четырех геополей (ВП, ЕП, КС и радиометрии): $\theta_2 = \gamma_{ВП} + \gamma_{ЕП} - \gamma_{кс} + \gamma_р$. Аномальными могли считаться участки, на которых значения $\theta_2 > 4$ (удвоенного значения среднего квадратического отклонения распределения θ_2, которое зависит от числа задействованных методов m и равно $2\sqrt{m}$). Как видно из рис. 3, *в*, таких участков

на профиле два. Первый практически соответствует ореолу околорудно измененных пород, включающих и рудные залежи, а второй, меньший по размером и менее контрастный по комплексной аномалии, связан с рудопроявлением.

Как видим, именно реализация основных методологических установок позволила в

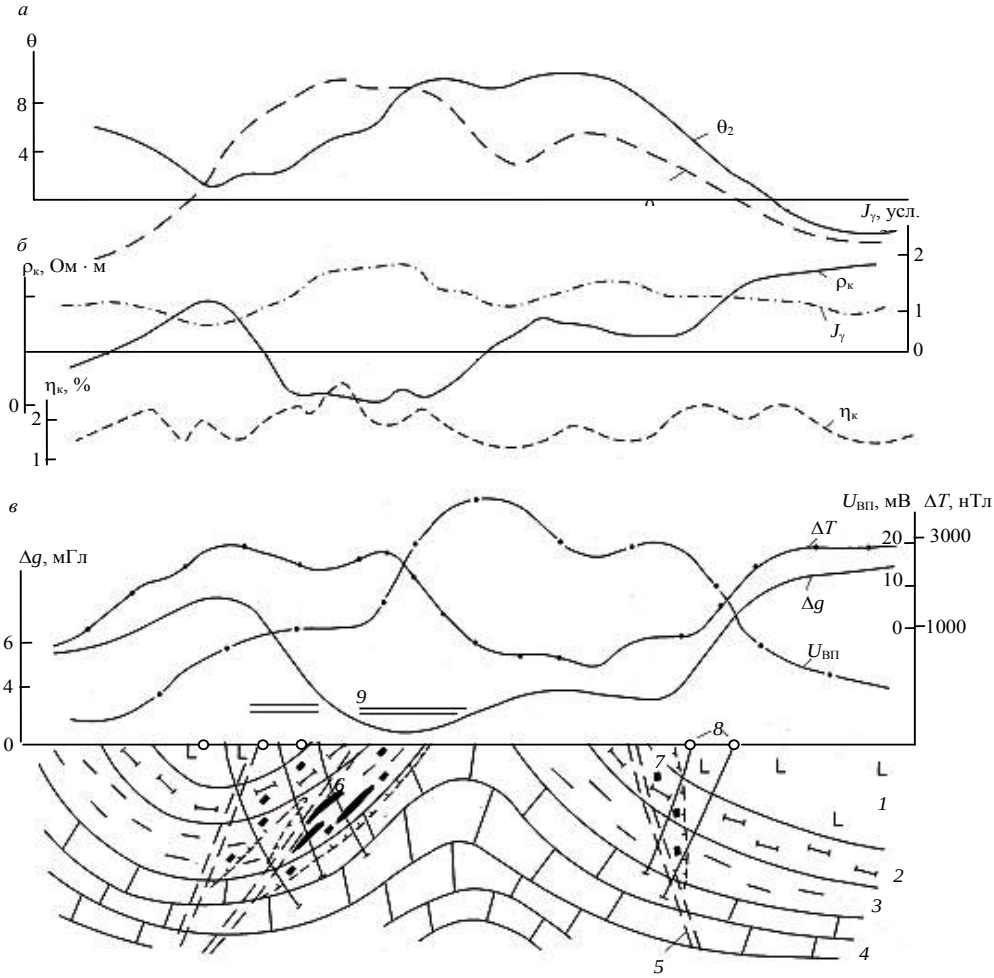


Рис. 3. Геологический разрез – *а*, геополя – *б* и функции комплексного показателя – *в* по профилю, проходящему через месторождение урана [21, 22]:
1 – габбро-диабазы; *2* – пестроцветные слюдистые сланцы; *3* – слюдисто-карбонатные шунгитсодержащие сланцы; *4* –карбонаты; *5* – тектонические нарушения; *6* – урановые руды; *7* – зоны гидротермально-метасоматических изменений и минерализации; *8* – скважины; *9* – участок нарушения соответствия между гравимагнитными аномалиями [21, 22]

рассматриваемом случае успешно проинтерпретировать данные съемки комплекса геополей, что способствовало обоснованию перспективности рудоносности на нескольких участках, подтвержденному бурением.

Представленные по месторождению материалы: детальный геологический разрез, типовая геолого-геофизическая колонка, геофизические поля и комплексные аномалии – в совокупности составляют апостериорную физико-геологическую модель уранового месторождения. Она имеет все необходимые компонентные модели: геологическую, петрофизическую, набор типовых аномалий, составляющих основу для дальнейших поисковых работ, и может рассматриваться как апостериорная физико-геологическая модель уранового месторождения для данного региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мягков В. Ф. Структурная геометро-статистическая модель строения геологических полей и методика решения геологоразведочных задач // Изв. вузов. Геология и разведка. 1982. № 3. С. 44–58.

2. Соболевский П. К. Современная горная геометрия // Социалистическая реконструкция и наука. 1932. № 17. С. 3–18.

3. Четвериков Л. И. Теоретические основы разведки недр. М.: Недра, 1984. 156 с.

4. Садовский В. Н. Основы общей теории систем. М.: Наука, 1974. 279 с.

5. Урманцев А. Ю. Начала общей теории систем // Системный анализ и научное знание. М.: Наука, 1978. С. 7–41.

6. Жданов М. С. Теория обратных задач и регуляризации в геофизике. М.: Научный мир, 2007. 712 с.

7. Никитин А. А. Теоретические основы обработки геофизической информации: учебник для вузов. М.: Недра, 1986. 342 с.

8. Страхов В. Н. Главнейшая задача в развитии теории и практики интерпретации потенциальных полей в начале XXI века – разрушение господствующего стереотипа мышления // Геофизика. 2001. № 1. С. 3–18.

9. Яновская Т. Б., Порохова Л. Н. Обратные задачи геофизики: учеб. пособие. Л.: ЛГУ, 1983. 212 с.

10. Родионов П. Ф. Десять лет электрометрии при поисках колчеданных месторождений на Урале // Цветные металлы. 1938. № 6. С. 28–37.

11. Электроразведка рудных полей методом заряда / М. В. Семенов [и др.]. Л.: Недра, 1984. 216 с.

12. Флакс Я. Ш. Оценка перспектив медного оруденения методом комплексной интерпретации геологических, геофизических и геохимических данных с помощью ЭВМ: автореф. дис. … канд. геол.-минерал. наук. Свердловск: СГИ, 1968. 189 с.

13. Косыгин Ю. А. Тектоника. М.: Недра, 1988. 462 с.

14. Геологические тела: терминолог. справочник / под ред. Ю. А. Косыгина, В. А. Кулындышева, В. А. Соловьева. М.: Недра, 1986. 334 с.

15. Губерман Ш. А. Неформальный анализ данных в геологии и геофизике. М.: Недра, 1987. 261 с.

16. Карери Дж. Порядок и беспорядок в структуре материи. М.: Мир, 1985. 232 с.

17. Виноградов А. М. Система изучения геополей при поисках колчеданных месторождений на Южном Урале: автореф. дис. … д-ра геол.-минерал. наук.. Екатеринбург: УГИ, 1992. С.

18. Виноградов А. М. К методике оценки информативности геологических тел // Изв. вузов. Геология и разведка. 1990. № 5. С. 90–98.

19. Виноградов А. М. О признаках упорядоченности геополей при изучении структуры геологических тел // Изв. вузов. Геология и разведка. 1990. № 10. С. 45–53.

20. Виноградов А. М. Блок-схема общего алгоритма геологической интерпретации вещественных и энергетических полей // Геофизика и математика: материалы Второй всерос. конф. / под ред. акад. В. Н. Страхова. Пермь: Горный ин-т УрО РАН, 2001. С. 42–56.

21. Голомолзин В. Е., Титова В. А., Денисов А. В. Физико-геологическая модель уран-рудоконтролирующей структуры в метаморфизованных шунгитсодержащих породах нижнего протерозоя // Методы рудной геофизики. Геофизические и геохимические методы при поисках и разведке месторождений гидрогенного типа. Л.: НПО «Рудгеофизика»,1989. С 114–123.

22. Сапожников В. М. Комплексирование геофизических полей: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 76 с.

23. Вахромеев Г. С. Основы методологии комплексирования геофизичсеких исследований при поисках рудных месторождений. М.: Недра, 1978. 152 с.

Поступила в редакцию 20 июня 2013 г.

Виноградов Альберт Михайлович – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник лаборатории региональной геофизики. 620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 100, Институт геофизики УрО РАН. E-mail: gopm@mail.ru

Сапожников Вадим Михайлович – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геофизики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: elrswm@ursmu.ru

УДК 556

РЕСУРСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕГО РЕГИОНА И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В. А. Бешенцев

Рассматриваются ресурсы подземных вод и проблема их использования в Ямало-Ненецком нефтегазодобывающем регионе. Представлены результаты анализа ресурсов и запасов подземных вод региона.
Ключевые слова: *ресурсы; запасы; многолетнемерзлые породы; качество; водопотребление; регион; захоронение.*

В исследуемом регионе по состоянию на 01.01.2013 г. разведаны и утверждены в установленном порядке запасы по 139 месторождениям подземных вод и автономным лицензионным водозаборным участкам.

Общая величина утвержденных запасов составляет 891, 182 тыс. м^3/сут, из них 739,184 – пресные (питьевые), 151,61 – соленые (технические) и 0,388 – лечебные (см. таблицу).

Эксплуатационные запасы подземных вод ЯНАО

Назначение вод	Эксплуатационные запасы, тыс. м^3/сут					Водоотбор в 2012 г., тыс. м^3/сут
	Всего	А	В	C_1	C_2	
Пресные для питьевых и технических целей	739,184	239,604	214,984	207,071	86,525	190,436
Соленые (апт-сеноманские)	151,610	22,300	55,825	62,195	11,290	53,873
Лечебные	0,388	–	0,388	–	–	0,001
Итого по ЯНАО	891,182	252,904	271,197	269,266	97,185	244,310

Ежегодно из подземных источников на исследуемой территории добывается и используется около 100 млн м^3 воды. Динамика добычи подземных вод приведена на рис. 1.

Их доля в общем объеме водопотребления по Ямало-Ненецкому нефтегазовому региону составляет около 81 % (рис. 2).

Пресные подземные воды. Пресные подземные воды, являющиеся основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона, приурочены к отложениям эоцен-олигоцен-четвертичного гидрогеологического комплекса [1].

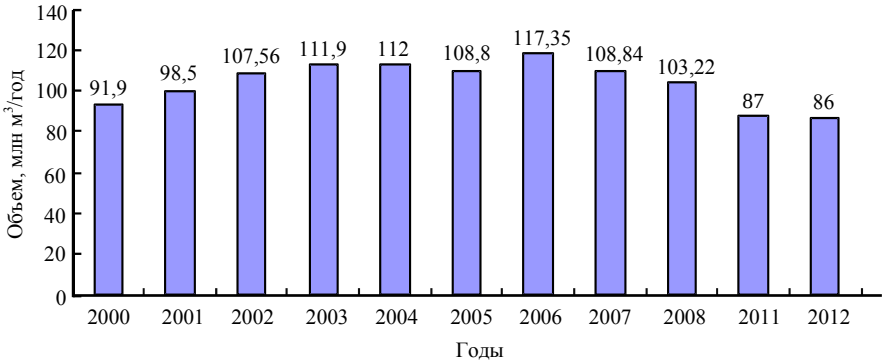


Рис. 1. Динамика добычи подземных вод по годам

По результатам обеспеченности населения запасами и ресурсами подземных вод территория региона относится к наиболее благоприятным регионам Российской Федерации. Их прогнозная величина оценивается почти в 36 млн м^3/сут. Основная их часть сосредоточена в гидрогеологических структурах Западно-Сибирского мегабассейна (88,5 %).

Оставшаяся доля (11,5 %) приходится на структуру Большеуральского горноскладчатого бассейна [1].

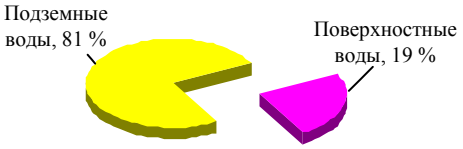


Рис. 2. Водопотребление по ЯНАО

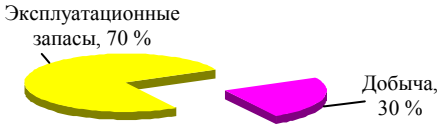


Рис. 3. Разведка и добыча подземных вод на территории ЯНАО

области питания, приуроченной к Сибирским Увалам, для которой характерна весьма низкая природная защищенность гидрогеологического разреза от технических факторов (города Ноябрьск, Муравленко и др.). Причиной тому следует считать исключительно высокий процент песчаных отложений непосредственно с поверхности. Это обстоятельство необходимо учитывать при строительстве водозаборов, не допуская ни в коем случае их близкого расположения к промышленным объектам по направлению движения потока подземных вод.

Из указанного общего количества прогнозных эксплуатационных ресурсов разведано и оценено по состоянию на 01.01.2013 г. всего 739,184 тыс. м^3/сут. По данным статистического отчета 2-ТП «Водхоз», было добыто и использовано всего лишь 190,436 тыс. м^3/сут, что составило около 30 % утвержденных запасов пресных подземных вод (рис. 3).

При довольно благополучном соотношении ресурсов пресной воды и осуществляемом водопотреблении в регионе вопрос питьевого водоснабжения остается острым, что связано, прежде всего, с качеством воды.

Характерной особенностью пресных подземных вод исследуемой территории является их низкая минерализация, редко превышающая 100 мг/дм^3 (ультрапресные воды). Низкие концентрации отмечаются для таких основных солеобразующих компонентов как кальций (от 3 до 50 мг/дм^3) и магний (от 2 до 40 мг/дм^3). На фоне пониженных значений этих ионов резко выделяются высокие концентрации ионов железа (от 1,4 до 6,5 мг/дм^3) и марганца (от 0,01 до 2,2 мг/дм^3), а также кремнекислоты (от 2,4 до 35 мг/дм^3). В пределах санитарных норм находится содержание фтора и йода [1].

Особенностью формирования пресных подземных вод Ямало-Ненецкого нефтегазового региона является наличие региональной

Специфика ионно-солевого состава подземных вод создает определенную степень риска для населения и требует перед подачей воды потребителю проведения специальных мероприятий по водоподготовке, а недостаток солевой нагрузки и концентраций биологически необходимых компонентов может быть скомпенсирован внесением в рацион питания населения сбалансированных минеральных вод.

Благодаря относительной защищенности (за счет мерзлоты) подземные воды, в отличие от поверхностных, загрязняются более медленно, но процесс идет и носит необратимый характер. Проведенные автором в течение ряда лет научно-исследовательские работы по опробованию пресных подземных вод Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона показали следующее:

1. Наблюдается загрязнение пресных подземных вод на Уренгойском, Салехардском, Таркосалинском, Муравленковском, Надымском городских водозаборах [2]. Например, в подземных водах Салехардского городского водозабора начиная с 1986 г. присутствует NH_4, концентрация которого с 1993 по 2003 г. устойчиво держится на отметках 2,0…2,5 мг/дм^3. Показатель мутности на водозаборе достигает 5,8…7,5 мг/дм^3, а в единичных случаях 11 мг/дм^3. На ликвидированном втором участке водозабора содержание NO_3^- изменялось от 1 до 6–7 мг/дм^3. Во времени эти изменения происходили следующим образом: в период многоводной фазы (1982–1984) величина NO_3^- достигала 6–7 мг/дм^3, затем в 1985–1986 гг. уменьшилась до 0,5–1,0 мг/дм^3 и далее возрастала вплоть до 1995 г., достигнув в среднем 4,5…5,0 мг/дм^3, а в отдельных случаях – 16 мг/дм^3 [2].

Повышение и снижение содержания в подземных водах ионов азотистой группы зависит не только от водности года, но и подчиняется сезонности, увеличиваясь в осенне-зимние и весенние периоды и уменьшаясь в летнее время.

Среднее содержание PO_4^{3+} в скважинах городского водозабора достигает 3,3 мг/дм^3, изменяясь от 1,3 до 3,52 мг/дм^3, что указывает на наличие процесса коммунально-бытового загрязнения.

2. На городском водозаборе Тарко-Сале имеет место превышение фонового содержания фосфатов, хлоридов и азотной группы. При этом наблюдается рост содержания NO_3^-.

3. На Надымском водозаборе за десятилетний период наблюдений отмечается устойчивый рост минерализации, которая возросла с 60 до 250 мг/дм^3, т. е. в четыре раза. Также отмечается рост содержания железа с 2 до 6 мг/дм^3. Параллельно росту естественных компонентов на водозаборе наблюдается устойчивый рост содержания азотной группы и полифосфатов, что позволяет говорить о коммунально-бытовом загрязнении подземных вод.

4. Необходимо отметить наличие в подземных водах региона, в первую очередь в Пуровском районе, техногенных компонентов-загрязнителей нефтепродуктов и фенолов.

5. В результате многолетней эксплуатации подземных вод практически на всех городских водозаборах региона отмечается рост железа и уменьшение pH, их можно отнести к специфическим компонентам техногенеза в результате водоотбора пресных подземных вод.

По мнению С. А. Козлова [3], механизм увеличения концентрации железа и марганца в подземных водах на участках их эксплуатации связан с увеличением в воде концентрации двуокиси углерода. На участках действующих водозаборов при осушении водовмещающих пород в кровле водоносного горизонта и соответственном увеличении зоны аэрации процессы окисления органических веществ в нижней части зоны аэрации (верхняя часть водовмещающих отложений) будут происходить более интенсивно. Окисление органических веществ интенсифицирует образование CO_2, который, быстро растворяясь в подземных водах, снижает их pH и сдвигает в них карбонатное равновесие в сторону HCO_3^- и простых ионов Fe^{2+} и Mn^{2+}. Высокая водопроводимость водовмещающих пород ограничивает описанные процессы в околоскважинной зоне радиусом 10–15 м.

Таким образом, их можно отнести к специфическим компонентам техногенеза в результате водоотбора пресных подземных вод.

Имеющиеся факты загрязнения подземных вод вызывают серьезную тревогу за сохранение их качества в ближайшем будущем, учитывая крайне медленное естественное самоочищение и возобновляемость. Все это требует разработки специальных мер по защите подземных вод от загрязнения на основе детального изучения влияющих на процесс факторов.

Минеральные воды. В недрах любого нефтегазоносного бассейна содержатся следующие основные виды полезных минеральных подземных вод, которые могут быть широко использованы в народном хозяйстве: термальные воды; минеральные воды промышленного значения; минеральные воды лечебного значения; воды, насыщенные углеводородными газами [4].

На территории региона имеется несколько объектов эксплуатации минеральных вод, которые используются в лечебных целях (столовые питьевые воды, минеральные лечебные бассейны и ванны).

Общие эксплуатационные ресурсы минеральных подземных вод по территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона не оценивались. По региональным данным, они весьма велики и достаточны для широкого применения почти в любом освоенном в хозяйственном отношении районе в регионе не только в лечебных целях, но и при наполнении плавательных бассейнов по примеру ХМАО и юга Тюменской области [2].

Лечебные минеральные подземные воды хлоридного натриевого состава с минерализацией 15–22 г/дм^3 используются в санаториях городов Ноябрьск, Надым, Новый Уренгой.

Санаторий «Серебряный родник» расположен в 1,5 км от г. Ноябрьска, на берегу оз. Ханто. Подземная вода хлоридная натриевая йодо-бромная, бромная с минерализацией 18…20 г/дм^3. В воде содержатся биологически активные компоненты, мг/дм^3: бром (64,79…68,73), йод (2,54…5,92), метакремниевая кислота (2,93–9,92). Она используется для лечения заболеваний опорно-двигатель-

ного аппарата, периферической нервной системы, сердечно-сосудистых и кожных заболеваний. В 2001 г. в ГКЗ утверждены запасы сеноманских подземных вод для бальнеологического применения в объеме 0,216 тыс. м^3/сут по категории В.

Санаторий г. Надыма находится в 21 км к юго-востоку от города. Вода хлоридная натриевая с минерализацией 19,3 г/дм^3. В ней содержатся биологически активные компоненты, мг/дм^3: бром – 47,2, йод – 28, бор – 131,0. Вода используется для лечения болезней сердечно-сосудистой, нервной и костно-мышечной систем. В 2002 г. в ГКЗ утверждены запасы сеноманских подземных вод для бальнеологического применения в объеме 0,09 тыс. м^3/сут по категории В.

Участок дневного стационара медсанчасти «Уренгойгазпром» (г. Новый Уренгой) расположен в 6 км к западу от города. Минерализация воды около 20 г/дм^3. По составу она хлоридная натриевая. В воде присутствуют биологически активные компоненты (мг/дм^3): бром – 40…60, йод – 18…40, бор – 60…80. Она используется в виде ванн для лечения заболеваний сердечно-сосудистой, нервной и эндокринной систем и опорно-двигательного аппарата. В 2003 г. в ГКЗ утверждены запасы сеноманских подземных вод для бальнеологического применения в объеме 0,082 тыс. м^3/сут.

Город Салехард. Интерес для бальнеотерапевтического применения представляет уникальная лечебная вода, вскрытая в юрских отложениях на глубине 400 м скважины 36, пробуренной в 1989 г. (в настоящее время перебуренной) в центре города. Вода гидрокарбонатно-хлоридная натриевая с минерализацией 1,0 г/дм^3 и очень высоким содержанием органического вещества. По заключению Свердловского НИИ курортологии и медицинской реабилитации, вода может использоваться для лечения заболеваний нервной системы, костно-мышечной системы, органов пищеварения, женских половых органов и кожи. Эксплуатационные запасы минеральной лечебной воды не утверждены.

Лечебные минеральные воды. Вода с минерализацией 2–3 г/дм^3 вскрыта в 1987–1988 гг. в четвертичных аллювиальных и аллювиально-морских отложениях на территории райцентра пос. Аксарка. По составу вода близка к Тюменской минеральной лечебно-столовой воде и, согласно предварительному заключению Свердловского НИИ курортологии, может использоваться в качестве лечебно-столовой. Более углубленные исследования воды для целей организации промышленного розлива не проводились.

Изложенное показывает, что Ямало-Ненецкий нефтегазодобывающий регион обладает минеральными водами, имеющими высокую бальнеологическую ценность, которые могут быть получены почти в любом его населенном пункте. Современное использование выявленных минеральных вод значительно отстает от их потенциальных возможностей и потребности населения в лечебных столовых водах. Особую актуальность использование минеральных лечебных вод приобретает в интенсивно осваиваемых северных районах Западной Сибири, к которым относится данный регион.

Минерализованные подземные воды. Добыча минерализованных (соленых) вод на исследуемой территории осуществляется для целей технического водоснабжения систем поддержания пластового давления (ППД) при разработке и эксплуатации месторождений углеводородов. При этом основным объектом добычи являются подземные воды апт-альб-сеноманского гидрогеологического комплекса. Их из него ежегодно добывается и используется около 80 тыс. м^3/сут. На рис. 4 отражена динамика добычи минерализованных подземных вод для технического водоснабжения системы ППД.

По состоянию на 01.01.2013 г. в регионе для целей технического водоснабжения систем ППД оценены и утверждены в установленном порядке запасы на 30 участках в количестве 151,61 тыс. м^3/сут. Региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод апт-альб-сеноманского комплекса не проводилась.

Минерализация этих подземных вод изменяется от 0,5…1,0 г/дм^3 (долина р. Обь) до 15…25 г/дм^3 (центральная часть региона в районе городов Надым, Новый Уренгой и Ноябрьск). В составе минерализованной воды преобладают хлор и натрий. Содержание йода достигает 30 мг/дм^3, бора 20 мг/дм^3, фтора 1,6 мг/дм^3, железа 25 мг/дм^3. В воде отмечено низкое содержание гидрокарбонатов и

практически полностью отсутствуют сульфаты [2].

В сопоставлении с ресурсными возможностями каптируемого гидрогеологического комплекса современный объем добычи «сеноманских» вод невелик. Также он несопоставимо меньше и количества извлекаемых углеводородов. Поэтому добыча этих вод ка-

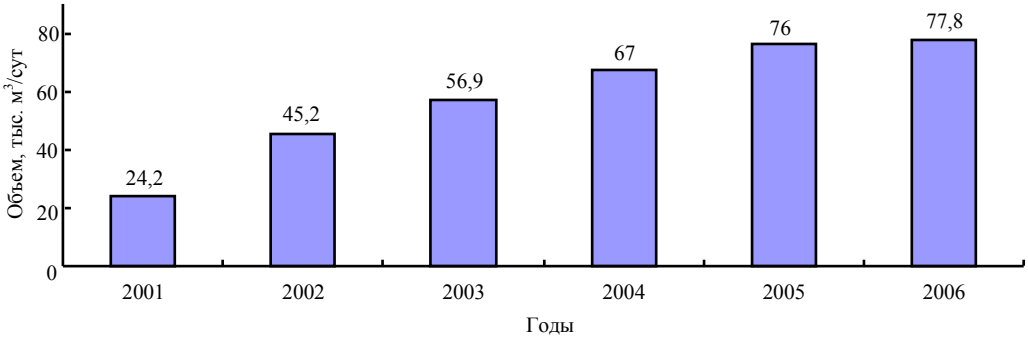


Рис. 4. Добыча минерализованных подземных вод для технического водоснабжения систем ППД

кого-либо существенного влияния на сложившуюся гидродинамическую обстановку на промыслах не окажет.

Помимо указанных подземных вод, для поддержания систем ППД используются: попутная (подтоварная) вода, пресная подземная вода, ресурсы поверхностных вод и хозяйственно-бытовые стоки (рис. 5).

На рис. 6 показана динамика закачки вод в систему ППД. По данным статистического отчета 2-ТП «Водхоз», в систему ППД было закачано в 2011 г. 158,868 млн м^3, а в 2012 г. – 168,238 млн

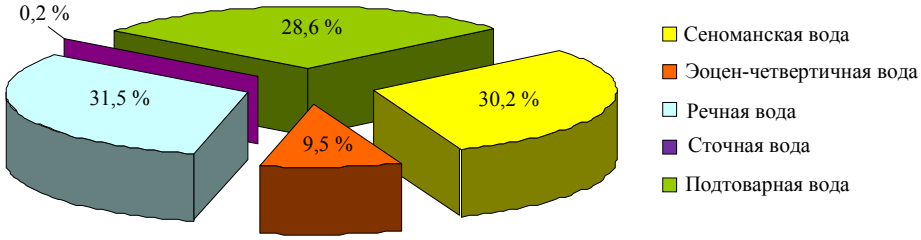


Рис. 5. Типы вод, используемых в системах ППД

м^3 воды, т. е. происходит увеличение использования воды для поддержания пластового давления.

Помимо применения минерализованных вод апт-альб-сеноманских отложений для це-

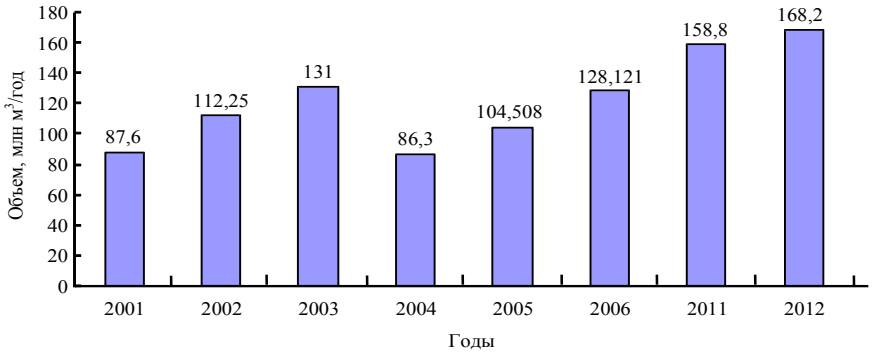


Рис. 6. Динамика закачки воды для ППД

лей ППД, сам водоносный коллектор широко используется для захоронения сточных вод.

К настоящему времени на разрабатываемых месторождениях углеводородов и вблизи

отдельных населенных пунктов обустроены 57 полигонов захоронения.

На рис. 7 приведена динамика захоронения сточных вод в недра.

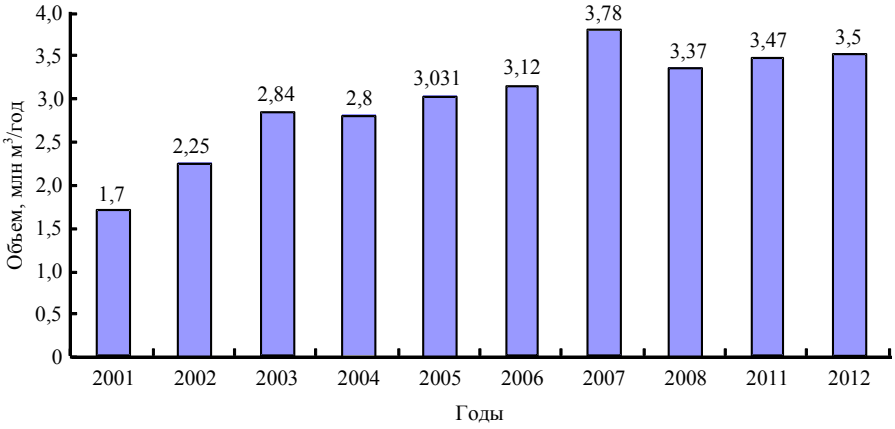


Рис. 7. Динамика захоронения сточных вод в недра

Наличие богатейших запасов подземных вод на территории Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона требует постановки вопроса не только о путях их рационального использования, но и об их охране от истощения и загрязнения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бешенцев В. А. Пресные подземные воды Ямало-Ненецкого автономного округа. Екатеринбург: Ин-т геологи и геохимии УрО РАН, 2006. 149 с.
2. Бешенцев В. А. Ресурсы и качество природных вод Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона и их использование // Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 4. С. 17–28.
3. Козлов С. А., Архипов Б. С. Изменение химического состава пресных подземных вод Средне-Амурского артезианского бассейна в техногенно нарушенных условиях // Материалы XV Всерос. совещ. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока. Тюмень, 1997. С. 38–39.
4. Матусевич В. М., Шубенин Н. Г., Цацульников В. Т. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири. Тюмень: ТНГУ, 1990. 102 с.

Поступила в редакцию 30 мая 2013 г.

Бешенцев Владимир Анатольевич – профессор кафедры прикладной геологии. 625000, Тюмень, ул. Володарского, 38, Тюменский государственный нефтегазовый университет. E-mail: vladimichtyumen@mail.ru

УДК 504.062

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО БЫСТРИНСКОГО ГОКА

А. А. Котович, О. М. Гуман, А. Б. Макаров, И. А. Антонова

Работа посвящена вопросам изучения распределения тяжелых металлов в почвах на территории проектируемого Быстринского ГОКа. Выделены основные типы почв, изучен их химический состав, выявлены основные загрязняющие вещества и закономерности их распределения с учетом существующих ландшафтов
Ключевые слова: *типы почв; тяжелые металлы; ореолы рассеивания.*

Эколого-геохимическое состояние почв является одним из важнейших показателей экологического состояния территории [1, 2, 3].

Оценка состояния почв выполнена в ходе инженерно-экологических изысканий, которые проводились в Газимуро-Заводском административном районе Забайкальского края для проектируемого Быстринского ГОКа. В ходе изысканий были определены основные типы почв, исследован их химический и бактериологический состав, оценена степень загрязнения.

Рассматриваемый район по ландшафтным и геоморфологическим особенностям делится на два типа в связи с его граничным географическим положением: резко континентальные северные таежные и горно-таежные климатические условия Сибири и лесостепные и степные климатические условия южных районов Восточного Забайкалья. Вследствие этого на разных типах ландшафтов формируются разные типы почв, что отражается на их цвете, составе и структуре профиля. На исследуемом участке выделены следующие типы почв: горные дерновые лесные; дерновые лесные насыщенные; темно-серые лесные; лугово-черноземные; луговые; лугово-болотные.

Следует отметить, что на исследуемом участке ландшафты подразделены по критериям измененности территории [4]:

– природные ландшафты (включают в себя ландшафты вершинных, водораздельных и склоновых форм рельефа, флювиальные ландшафты, пирогенные ландшафты);

– природно-антропогенные ландшафты;

– антропогенные ландшафты.

На ландшафтах вершинных, приводораздельных и склоновых форм рельефа формируются:

– на крутых склонах – горные дерновые лесные почвы;

– на пологих склонах – дерновые лесные насыщенные и темно-серые лесные почвы.

На флювиальных ландшафтах:

– на повышенных участках – лугово-черноземные почвы;

– в поймах рек – луговые почвы;

– в поймах рек при избыточном увлажнении – лугово-болотные перегнойные почвы (рис. 1).

Главные характеристики почв территории приведены в табл. 1.

Почвы различных ландшафтов отличаются по ряду параметров. Для горных дерновых почв характерны более низкие значения pH, гумуса, более высокие содержания фосфора.

При проведении настоящих исследований было отобрано 160 проб почв, которые были проанализированы на тяжелые металлы методом приближенно-количественного спектрального анализа (Cu, Zn, Pb, Sn, As, Ag, No, Be, Cr, Ni, Co, Sr, Ba, Ti, V, Mn, Sc, W, Ge, Bi, Sb, Zr), на подвижные формы методом атомной адсорбции и нефтепродукты с помощью фотометрического метода.

Оценка экологического состояния территории проведена путем расчета коэффициента суммарного химического загрязнения Z_c.

В целом картина загрязнения почв по показателю Z_c выглядит следующим образом: в местах размещения опытно-промышленных карьеров показатель суммарного химического загрязнения доходит до чрезвычайно опасного, в местах размещения отвалов наблюдается закономерность – чем ближе к карьеру, тем выше степень загрязнения – от чрезвычайно

опасной степени до допустимой. В остальном территория имеет допустимую степень загрязнения (рис. 2).

Авторами было проведено исследование зависимостей концентраций химических элементов от типов почв. Достоверная выборка

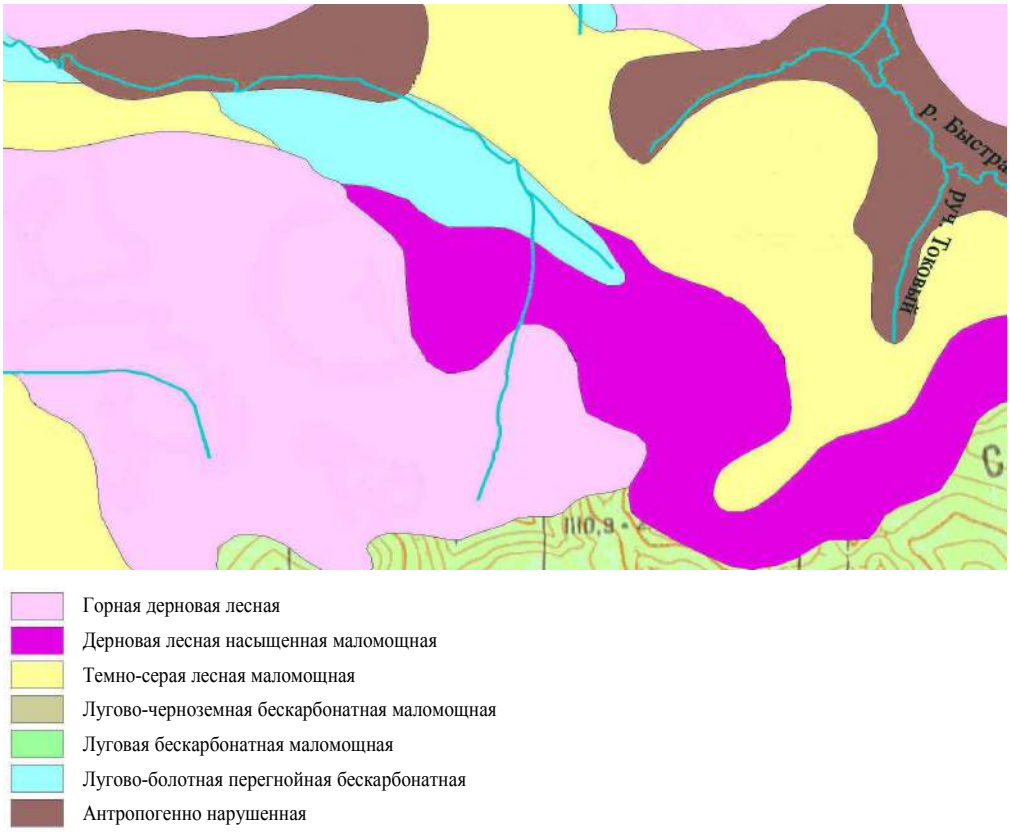


Рис. 1. Фрагмент карты почв

проб определенных типов почв была получена только по четырем типам: горная дерновая лесная почва; темно-серая лесная почва; лугово-черноземная почва; лугово-болотная почва.

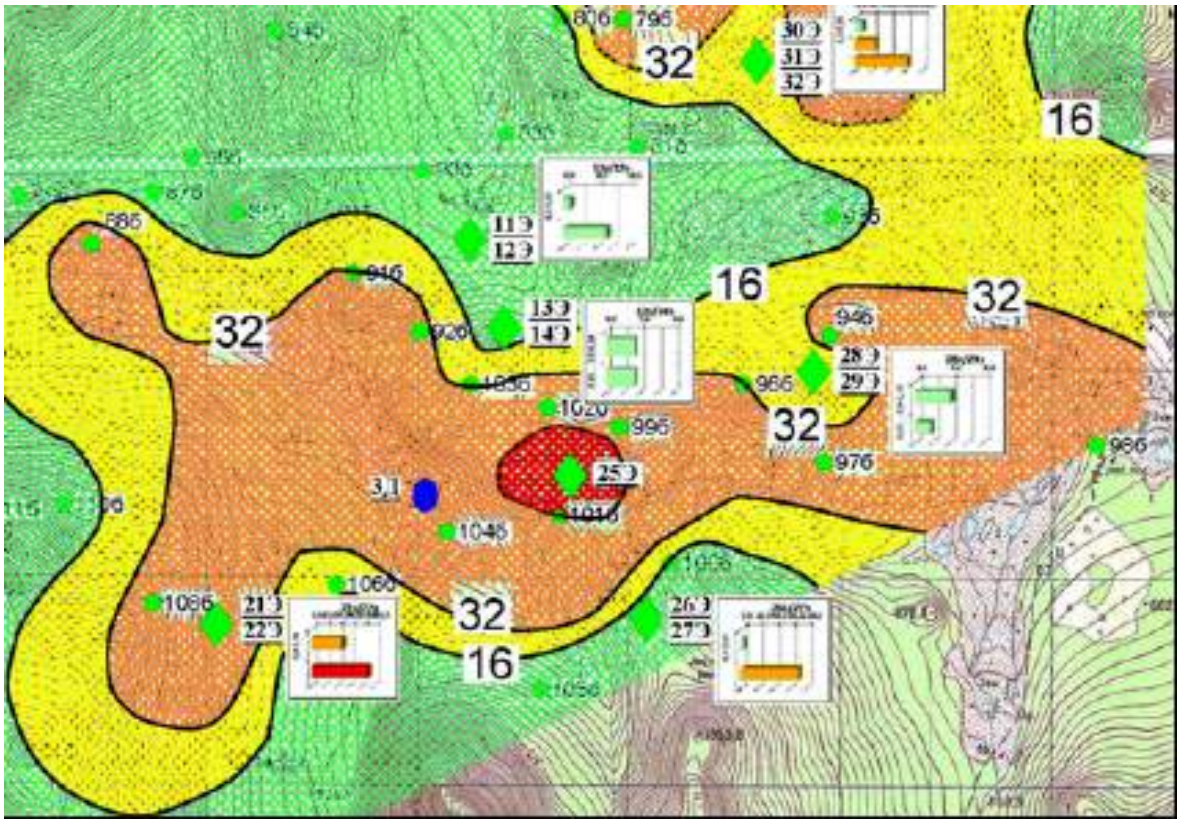
Таблица 1

Характеристики почв, распространенных на исследуемой территории

Характеристики	Наименование типов почв					
	Горная дерновая лесная	Дерновая лесная насыщенная	Темно-серая лесная	Лугово-черноземная	Луговая	Лугово-болотная
Среднее содержание гумуса, %	4,17	6,2	11,3	9,7	11,8	15,3
pH водный	5,9	6,3	6,9	6,4	6,9	6,9
Среднее содержание фосфора, мг/100г	14,0	9,0	6,4	4,6	1,9	2,8
Среднее содержание калия, мг/100г	21,0	29,0	28,0	11,0	24,0	15,2
По механическому составу	Тяжелосуглинистая	Тяжелосуглинистая	Тяжелосуглинистая	Тяжелосуглинистая	Тяжелосуглинистая	Тяжелосуглинистая
Использование в сельском хозяйстве	Нет	Нет	Пашни, пастбища	Пашни, пастбища	Сенокосы, пастбища	Сенокосы, пастбища

Для оценки изменения соотношения химических элементов в зависимости от типов почв были построены ряды химических элементов, отражающие в относительных единицах количественные зависимости. Были взяты выборки проб, находящихся вдали от рудных тел, и изучено распределение фоновых концентраций химических элементов в почвах (табл. 2).

Загрязнение мышьяком встречается в единичных пробах, однако концентрация его относительно ПДК крайне велика. Данный элемент не включен в ряды распределения, так как выборку по нему не удалось сделать достоверной.



Критерии оценки экологического состояния почв селитебных территорий

Экологическое состояние селитебных территорий	Категория загрязнения почв	Значение Z_c	Обозначение
Удовлетворительное	Допустимая	Менее 16	
Относительно удовлетворительное	Умеренно опасная	16–32	
Почвы чрезвычайной экологической ситуации	Опасная	32–128	
Почвы территорий экологического бедствия	Чрезвычайно опасная	Более 128	

Рис. 2. Фрагмент карты распределения коэффициента суммарного химического загрязнения Z_c

Для почв на участке характерны повышенные относительно кларка содержания скандия, что, вероятнее всего, связано с особенностями территории.

Распределение фоновых концентраций тяжелых металлов во всех типах почв сходное, с небольшими вариациями. Тяжелые металлы поступают в почву за счет выветривания материнской горной породы.

Опытно-промышленные карьеры и отвалы расположены на горных дерновых лесных и темно-серых лесных почвах. В результате исследования проб почв, отобранных в зоне воздействия карьеров и отвалов, были выявлены основные загрязняющие вещества.

В горных дерновых лесных почвах наблюдаются повышенные содержания Cu (0,5–2,0 ПДК), Cr (0,7–3,0 ПДК), W (0,0–10,0 ПДК), As встречается в одной пробе (35 ПДК). В темно-серых лесных почвах зафиксировано небольшое превышение Cu (до 1,2 ПДК) и во всех пробах высокое содержание As (35–50 ПДК).

Основными тяжелыми металлами, выявленными в повышенных концентрациях в целом для территории, являются Cu, Cr, As, W, которые образуют геохимические ореолы комплексного оруденения и свойственны для горных пород территории. В подвижных формах тяжелые металлы не имеют повышенных значений, что говорит об их слабой миграции из околорудных ореолов и рудных тел. Анализ почв на нефтепродукты показал непревышение допустимых норм. Бактериологическое обследование территории не выявило наличие патогенных микроорганизмов в превышающих нормативы концентрациях.

Таблица 2

Распределение фоновых концентраций химических элементов в почвах

	Горная дерновая лесная почва	
pH = 5,9	$C_i/C_{пдк} > 1$	$1 > C_i/C_{пдк} > 0,5$
Распределение химических элементов	Sc	Mn >Ti > P >Pb > V > C r> Ni
	Темно-серая лесная почва	
pH = 6,9	$C_i/C_{пдк} > 1$	$1 > C_i/C_{пдк} > 0,5$
Распределение химических элементов	Cr > Sc	Mn > Ti > V > Ni > Pb
	Лугово-болотная почва	
pH = 6,9	$C_i/C_{пдк} > 1$	$1 > C_i/C_{пдк} > 0,5$
Распределение химических элементов	Sc	Ti > V > Ag > Pb > Cr > Mn > Ni > P
	Лугово-черноземная почва	
pH = 6,4	$C_i/C_{пдк} > 1$	$1 > C_i/C_{пдк} > 0,5$
Распределение химических элементов	Sc > P	Ti > Pb > Mn > V > Ni > Cr

На основании всего перечисленного можно утверждать, что происхождение загрязнения территории тяжелыми металлами является природным и проявляется в виде ореолов рассеивания вокруг рудных залежей. Сейчас на месте выявленных повышенных концентраций тяжелых металлов проектируются карьеры по добыче полезных ископаемых.

При разработке месторождений возможны разнообразные негативные воздействия:

– уничтожение почвенного покрова;

– уменьшение плодородия почв за счет запыления;

– уменьшение гумуса, угнетение и уничтожение биоты почвенного слоя;

– изменение структуры почв, их пористости и влажности; изменение химического состава почв (засоление, оглеение, загрязнение тяжелыми металлами, изменение кислотности).

Для того чтобы не допустить перечисленных негативных воздействий на почвы, при строительстве ГОКа рекомендуется:

– складирование почвенного слоя в складах временного хранения;

– проведение противоэрозионных мероприятий;

– сбор и утилизация образующихся в процессе производственной деятельности отходов;

– рекультивация нарушенных земель, предусматривающая выполаживание бортов карьеров;

– создание противофильтрационного экрана;

– создание рекультивационного слоя на поверхности отвалов и нарушенных земель, посев трав и лесной растительности для защиты от водной и ветровой эрозии и др.

Кроме того, в связи с перераспределением огромных масс грунта, содержащих повышенные концентрации химических веществ (вскрышные породы, вмещающие породы, некондиционные руды), а также строительством хвосто- и водохранилища можно ожидать увеличения концентрации подвижных форм элементов и изменения кислотно-щелочного баланса.

Для контроля изменения территории разработана программа мониторинга, в которой

рекомендуется отслеживание распространения загрязнения с помощью площадных и временных изменений показателя Z_c. Точки мониторинга выбраны вне зависимости от типа почв.

В заключение следует отметить, что загрязнения почв природного типа на данной территории проявляются в виде локальных ореолов рассеивания и в целом состояние почв является удовлетворительным. Во время отработки месторождения на почвы, как и на всю окружающую среду, будет оказано антропогенное воздействие, затрагивая не только почвы околорудных участков, но также почвы, не содержащие повышенных концентраций химических элементов. Данное влияние будет оказано за счет перераспределения грунтов, переноса химических веществ потоками поверхностных вод за счет смыва, проникновения загрязняющих веществ в речную сеть и подземные воды. Все это будет способствовать распространению загрязняющих веществ на территории бóльшие, чем до вмешательства человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуман О. М., Макаров А. Б., Мусина О. М. Особенности инженерных изысканий при освоении рудных месторождений в Уральском регионе // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 1. С. 134–137.

2. Оценка экологического состояния и направления рекультивации отвалов Бурибаевского ГОКа / О. М. Гуман [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. 2011. № 8. С. 58–61.

3. Техногенно-минеральные месторождения пиритных огарков и их влияние на природную окружающую среду / О. М. Гуман [и др.] // Изв. УГГУ. 2012. Вып. 27/28. С. 57–60.

4. Опыт дешифрирования аэрофотоснимков при инженерно-экологических изысканиях: матер. VIII Общерос. конф. изыскательских организаций. 2012. С. 133–134.

Поступила в редакцию 30 мая 2013 г.

Котович Алевтина Александровна – студентка 5 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: alenkoi_cveto4eg@mail.ru

Гуман Ольга Михайловна – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: guman@sc.ursmu.ru

Антонова Ирина Александровна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: dolinina_ira@mail.ru

Макаров Анатолий Борисович – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: Anatoliy.Makarov@m.ursmu.ru

УДК 622.271

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА ДЛЯ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. Г. Студенок, Г. А. Студенок, А. В. Ревво

Выполнен анализ возможности применения существующих в настоящее время промышленных методов очистки воды от соединений азота (аммонийный, нитритный и нитратных азот) для условий очистки дренажных вод горных предприятий. Для очистки дренажных вод горных предприятий, применяющих взрывчатые вещества на основе нитрата аммония, перспективным методом очистки дренажных вод является процесс аэробно-анаэробной биологической очистки с применением технологии ANAMMOX, характеризуемый существенно меньшими энергозатратами и объемами образования отходов.

Ключевые слова: *дренажные воды горных предприятий; соединения азота; методы очистки сточных вод: адсорбция; ионный обмен; обратный осмос; электродиализ; озонолиз; гипохлорит; нитрификация; денитрификация; процесс ANAMMOX.*

Одним из экологических аспектов при буровзрывной подготовке горной массы с применением промышленных взрывчатых веществ (игданит, порэмит, гранэмит) на основе аммиачной селитры (нитрат аммония NH_4NO_3) является загрязнение дренажных вод соединениями азота (ионы аммония NH_4^+, ионы нитрита NO_2^- и ионы нитрата NO_3^-).

Поступление в дренажные воды карьера ионов аммония и нитрата связано с растворением и вымыванием нитрата аммония при зарядке обводненных скважин. Загрязнение дренажных вод нитритным азотом связано с сорбцией горной массой образующихся при взрывах оксидов азота. Последующее вымывание атмосферными осадками оксидов азота, сорбированных взорванной горной массой, приводит к поступлению образующихся ионов нитрита и нитрата в дренажные воды.

Результаты исследований по оценке влияния взрывных работ на загрязнения дренажных вод в условиях крупного действующего карьера показывают их прямую связь с наличием в дренажных водах соединений азота. По результатам исследований установлено, что количество соединений азота в виде ионов аммония, нитрита и нитрата, поступающих в дренажные воды при ведении взрывных работ, составляет от 3 до 4 % от количества азота, содержащегося в израсходованных взрывчатых веществах [1]. В результате концентрация соединений азота в дренажных водах многократно превышает естественный уровень их содержания в поверхностных и подземных водах и приводит к загрязнению водных объектов при сбросе в них дренажных вод.

В настоящее время установлены следующие нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) соединений азота в водных объектах [2, 3]:

– аммонийный азот – 1,5 мг/дм^3 (водные объекты хозяйственно-питьевого и культурного назначения) и 0,4 мг/дм^3 (водные объекты рыбохозяйственного назначения);

– ион нитрита – 3,3 мг/дм^3 (водные объекты хозяйственно-питьевого и культурного назначения) и 0,02 мг/дм^3 (водные объекты рыбохозяйственного назначения);

– ион нитрата – 40 мг/дм^3 (водные объекты хозяйственно-питьевого и культурного назначения) и 45 мг/дм^3 (водные объекты рыбохозяйственного назначения).

Выполнение требований природоохранного законодательства по охране водных объектов от загрязнения [4] при сбросе в них дренажных вод обусловливает необходимость выбора технологии их очистки от соединений азота, связанных с буровзрывной подготовкой горной массы.

Применяемые в настоящее время методы очистки сточных вод от соединений азота разделяются на следующие группы:

– физико-химические методы очистки;

– химические методы очистки;

– биологические методы очистки.

Физико-химические методы очистки основаны на удалении из сточных вод соеди-

нений азота при проведении процессов адсорбции, ионного обмена, обратного осмоса и электродиализа.

Адсорбция – физико-химический процесс, связанный с переходом ионов и молекул загрязняющих веществ из раствора на поверхность твердого сорбента под действием нескомпенсированных межмолекулярных сил на границе раздела фаз.

Адсорбционная очистка сточных вод от соединений азота применяется главным образом для удаления ионов аммония (NH_4^+) [5, 6]. В качестве сорбентов применяются алюмосиликаты (цеолиты) природного или искусственного происхождения.

Технологически процесс адсорбционной очистки сточных вод реализуется путем их фильтрации через адсорбционные колонны, заполненные слоем сорбента, поглощающего загрязняющие вещества. По мере исчерпания адсорбционной емкости сорбента он заменяется свежим или регенерируется путем реагентной обработки.

Метод ионного обмена основан на обратимой химической реакции обмена ионов между твердым материалом (ионит) и раствором электролита. В качестве ионитов используют синтетические ионообменные смолы или природные материалы. Технологически процесс ионообменной очистки сточных вод аналогичен процессу адсорбционной очистки (фильтрация сточных вод через слой ионообменного материала, регенерация ионообменного материала путем его реагентной обработки при исчерпании обменной емкости) [7].

Для комплексной очистки сточных вод от соединений азота (ионы аммония, нитрита и нитрата) требуется двухступенчатая схема очистки с применением двух видов ионообменных материалов – катионитов для поглощения ионов аммония и анионитов для поглощения ионов нитрита и нитрата.

Метод обратного осмоса (гиперфильтрация) основан на процессе молекулярного разделения истинных растворов путем их фильтрования под давлением через полупроницаемые мембраны, которые задерживают полностью или частично ионы или молекулы растворенного вещества. Данный метод используется для глубокой очистки воды от широкого комплекса растворенных загрязняющих веществ, включая соединения азота [8]. Особенностью метода обратного осмоса является образование высококонцентрированных растворов, содержащих удаляемые загрязняющие вещества, что влечет за собой затраты на их переработку и обезвреживание.

Электродиализ – процесс сепарации ионов солей, осуществляемый в мембранном аппарате под действием постоянного электрического тока, применяемый для опреснения высокоминерализованных сточных вод. Данный процесс используют для опреснения соленых вод, а также очистки промышленных сточных вод и отработанных технологических растворов [9]. Так же, как и описанные процессы физико-химической очистки, метод электродиализа приводит к образованию отходов – концентрированных растворов, содержащих отделенные загрязняющие вещества.

В целом рассмотренные методы физико-химической очистки имеют общую технологическую особенность, ограничивающую их возможное применение для очистки дренажных вод, – низкую селективность по отношению к соединениям азота (ионы аммония, нитрита и нитрата), приводящую к образованию значительного количества концентрированных растворов, содержащих кроме соединений азота другие растворенные в воде вещества.

Химические методы очистки основаны на проведении химических реакций с соединениями азота при введении в сточные воды реагентов, приводящих к образованию малотоксичных веществ. К методам химической очистки, которые могут использоваться для очистки дренажных вод от соединений азота, относятся озонолиз и обработка гипохлоритом натрия или кальция.

Метод озонолиза (обработка воды озоном O_3) применяется в подготовке воды для хозяйственно-питьевого и промышленного использования [10, 11]. В методе озонолиза используется высокая окислительная способность озона.

Промышленный способ получения озона заключается в обработке воздуха электрическим разрядом (выход озона O_3 составляет 10–20 % от содержащегося в воздухе кислорода). Смешение воды с озоно-воздушной смесью осуществляется в эжекторах, специальных роторных механических смесителях,

а также в абсорберах различной конструкции.

При применении озонирования для очистки воды от соединений азота происходит переход аммонийного (NH_4^+) и нитритного (NO_2^-) азота в нитратную (NO_3^-) форму:

$$NH_4^+ + 2O_3 \Rightarrow NO_3^- + H_2O + O_2 + H^+,$$

$$NO_2^- + O_3 \Rightarrow NO_3^- + O_2.$$

В результате содержание общего азота в очищенной воде не изменяется за счет перехода аммонийного и нитритного азота в нитратную форму. Вследствие этого применение процесса озонолиза для очистки дренажных вод, содержащих соединения азота, нецелесообразно из-за возрастания в них содержания нитратов, а также в связи с высокими капитальными и эксплуатационными затратами (высокая стоимость оборудования, значительные энергозатраты) [10].

Процесс обработки сточных вод гипохлоритом натрия NaOCl или кальция $Ca(OCl)_2$ нашел применение для очистки промышленных сточных вод от соединений аммонийного азота (NH_4^+) [12–14].

При взаимодействии гипохлорита с ионами аммония идет реакция его окисления с образованием газообразного азота:

$$2NH_4^+ + 3ClO^- + 2OH^- \Rightarrow N_2 + 3Cl^- + 5H_2O.$$

Эффективность удаления ионов аммония при оптимальном соотношении ионов гипохлорита и аммония составляет 99–100 % [12].

При наличии в сточных водах ионов нитрита NO_2^- они окисляются с образованием ионов нитрата NO_3^-:

$$NO_2^- + ClO^- \Rightarrow NO_3^- + Cl^-.$$

Таким образом, обработка дренажных вод гипохлоритными растворами может обеспечить их очистку только от аммонийного азота, окисление нитрит-ионов приводит к увеличению в обработанных водах концентрации нитратного азота. Кроме того, в обработанных гипохлоритом дренажных водах возрастает солесодержание (увеличение концентрации ионов хлорида, натрия или кальция).

Биологические методы очистки основаны на биохимических процессах нитрификации и денитрификации, протекающих с использованием микроорганизмов (нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий), которые используют загрязняющие вещества, в том числе соединения азота, в качестве источника своего питания и роста.

Биологическая очистка, являющаяся в настоящее время широко распространенным промышленным методом очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, производится при смешении сточных вод с «активным илом» (сообщество различных микроорганизмов).

Традиционно биологическая очистка от соединений азота осуществляется в две стадии [7].

На первой стадии при подаче воздуха в смесь сточной воды и активного ила под действием аэробных микроорганизмов (нитрифицирующих бактерий), содержащихся в активном иле, происходит окисление ионов аммония и нитрита, в результате чего образуются сначала ионы нитрита, а при дальнейшем окислении – ионы нитрата:

$$NH_4^+ + O_2 \Rightarrow NO_2^- + H_2O,$$

$$2NO_2^- + O_2 \Rightarrow 2NO_3^-.$$

На второй стадии без подачи воздуха в водно-иловую смесь (анаэробные условия) протекает процесс биологической денитрификации под действием других видов микроорганизмов – денитрифицирующих бактерий. Их характерной особенностью является возможность использования для жизнедеятельности кислорода нитратов с восстановлением их до газообразного азота N_2. При протекании процесса денитрификации в качестве углеродного питания бактериями используются углеродсодержащие органические вещества (углеводы, органические кислоты и спирты, продукты распада белков, ионы гидрокарбоната HCO_3^-):

$$2C + 2NO_3^- + 2H^+ \Rightarrow CO_3^- + CO_2 + N_2 + H_2O.$$

Основными аппаратами в способе биологической очистки являются аэротенки и биофильтры.

Аэротенки применяются в способе биологической очистки, когда активный ил находится во взвешенном состоянии в объеме очищаемой воды. Аэротенки представляют собой резервуары прямоугольного сечения, через которые протекает очищаемая сточная вода в смеси с активным илом. Подача воздуха в водно-иловую смесь для ее перемешивания и насыщения кислородом осуществляется механическими или пневматическими аэраторами.

Биофильтры применяются в методах биологической очистки с культурой активного ила в виде биопленки на инертной загрузке (гравийной или пластмассовой). В биофильтрах по сравнению с аэротенками поддерживается высокая концентрация микроорганизмов активного ила, что заметно сокращает продолжительность процесса очистки.

В обоих способах могут быть использованы комбинированные и раздельные системы очистки. В комбинированных системах в одном сооружении предусматривается проведение нитрификации и денитрификации, а в раздельных – только нитрификации или денитрификации. В раздельных системах с использованием взвешенной культуры активного ила процессы нитрификации и денитрификации осуществляются специфическими илами, и после каждой ступени имеется свой вторичный отстойник для отделения активного ила от воды.

Существенным недостатком биологической очистки с использованием традиционного метода проведения последовательных процессов нитрификации и денитрификации является образование больших количеств избыточного активного ила, образующегося на стадии нитрификации, что приводит к необходимости его переработки и последующей утилизации или размещения на полигонах отходов. Кроме того, проведение стадии нитрификации (окисление ионов аммония и нитрита до нитрата) сопряжено с высокими энергозатратами, связанными с аэрацией смеси сточной воды и активного ила.

Одним из наиболее перспективных направлений в области биологической очистки сточных вод является технология с применением анаэробного окисления иона аммония (процесс ANAMMOX) [15, 16, 17].

Биологическое анаэробное окисление аммонийного азота ионами нитрита протекает с участием бактерий, названных *Candidatus Brocadia anammoxidans*:

$$NH_4^+ + NO_2^- \Rightarrow N_2 + 2H_2O.$$

Позднее было установлено, что анаэробное окисление аммонийного азота протекает также и с участием ионов нитрата NO_3^- [18].

Основным аппаратом для проведения биологической очистки сточных вод с использованием процесса ANAMMOX является аэробно-анаэробный биореактор, разделенный на две зоны – аэробную и анаэробную [19, 20]. В аэробной зоне протекает реакция окисления аммония с образованием нитрита, который в анаэробной зоне взаимодействует с аммонием с выделением газообразного азота.

К преимуществам процесса ANAMMOX для очистки дренажных вод от соединений азота, по сравнению с традиционными методами биологической очистки (нитрификация – денитрификация), относится удаление наиболее токсичных веществ (ионы аммония и нитрита) без одновременного увеличения содержания в очищаемых водах ионов нитрата, а также снижение энергозатрат на аэрацию за счет неполного окисления ионов аммония.

Выполненный анализ возможности применения методов очистки дренажных вод от соединений азота для условий горных предприятий, ведущих буровзрывную подготовку горной массы с применением взрывчатых веществ на основе нитрата аммония (аммиачной селитры), позволяет сделать следующие выводы.

Методы физико-химической очистки характеризуются высокими капитальными и эксплуатационными затратами. Кроме того, все применяемые в настоящее время методы физико-химической очистки сточных вод характеризуются образованием высококонцентрированных сточных вод, содержащих уловленные загрязняющие вещества, что приводит к необходимости их переработки (обезвреживание, утилизация).

Химические методы не обладают необходимой селективностью для обеспечения очистки от всей группы соединений азота. В результате химической обработки дренажных вод (озонолиз, обработка гипохлоритом) на фоне снижения содержания в них аммоний-

ного и нитритного азота увеличивается содержание нитратного азота, количество которого в исходной воде уже не обеспечивает соблюдение экологической безопасности при сбросе в природные водоемы.

Биологические методы очистки позволяют осуществить комплексную очистку дренажных вод от всех соединений азота до показателей, обеспечивающих возможность их сброса в природные водоемы. Наиболее перспективным методом биологической очистки дренажных вод является процесс аэробно-анаэробной очистки с применением технологии ANAMMOX, характеризуемый существенно меньшими энергозатратами и объемами образования отходов (избыточного активного ила).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Количественная оценка вклада взрывных работ в загрязнение дренажных вод карьеров соединениями азота / А. В. Хохряков [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. 2005. № 6. С. 29–31.

2. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения: утв. приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г., № 20. М., 2010.

3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03. М: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003.

4. Водный кодекс Российской Федерации от 03 июня 2006 года № 74-ФЗ (с изменениями от 07 декабря 2011 г.).

5. Мацуська О. В., Параняк Р. П., Гумницкий Я. М. Адсорбция компонентов сточных вод природными сорбентами // Химия и технология воды. 2010. Т. 32, № 4. С. 399–407.

6. Никашина В. А., Серова И. Б., Кац Э. М. Очистка артезианской питьевой воды от иона аммония на природном клиноптилолитсодержащем туфе. Математическое моделирование и расчет процесса сорбции // Сорбционные и хроматографические процессы. 2008. Т. 8. Вып. 1. С.23–29.

7. Проектирование сооружений для очистки сточных вод: справ. пособие к СНиП 2.04.03-85. М.: Стройиздат, 1990.

8. Дытнерский Ю. И. Обратный осмос и ультрафильтрация. М.: Химия, 1978. 352 с.

9. Химическая энциклопедия. М.: Большая российская энциклопедия, 1992. Т. 3. 632 с.

10. Долина Л. Ф. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных вод и природных вод. Днепропетровск: Континент, 2003. 218 с.

11. Семенов М. А., Кузьминкин А. Л. Применение озона для обработки воды. Передовые технологии безреагентной и экологически безопасной обработки питьевой воды, сточных вод и обработки вод для процессов (ITT WEDECO (Германия), ООО «ВЕДЕКО Центр») // Вода в промышленности-2010: сб. докл. межотраслевой конференции. М.: ООО «ИНТЭХО», 2010. 94 с.

12. Герке Г., Липпман Д. Удаление аммиачного азота, аммонийного азота и мочевины окислением гипохлоритсодержащими растворами из отработанного воздуха в установках по производству аммиака и мочевины // Пат. России № 2465950 С1.

13. Кудрявский Ю. П. Особенности химических процессов обезвреживания аммонийсодержащих растворов и сточных вод гипохлоритными пульпами, образующимися при очистке отходящих газов от хлора известковым молоком // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 1. С. 15–19.

14. Лобанов С. А. Технология выделения и утилизации аммонийного азота из сточных вод химических предприятий: автореф. дис. … канд. техн. наук. Пермь: ПГТУ, 2007.

15. Broda E. Two kinds of lithotrophs missing in nature // Z. Allg. Mikrobiol. 1977. Vol. 17. P. 491–493.

16. Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidized bed reactor / A. Mulder [et al.] // FEMS Microbiol. Ecol. 1995. Vol. 16. P. 177–184.

17. Missing lithotroph identified as new planctomycete / M. Strous [et al.] // Nature. 1999. Vol. 400. P. 446–449.

18. Anammox bacteria disguised as denitrifiers: nitrate reduction to dinitrogen gas via nitrite and AMMonium / B. Marcel [et al.] // Environmental Microbiology. 2007. Vol. 9(3). P. 635–642.

19. Халемский А. М.., Швец Э. М. Способ биологической очистки сточных вод // Пат. России № 2296110 С1.

20. Халемский А. М.., Швец Э. М., Амброж И., Слюсарчик Е. Р. Способ биологической очистки сточных вод // Пат. России № 2440307 С2.

Поступила в редакцию 24 апреля 2013 г.

Ревво Анастасия Владимировна – аспирант кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: ahankova@inbox.ru

Студенок Андрей Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Студенок Геннадий Андреевич – аспирант кафедры инженерной экологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 621.1:528(076)

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХСООРУЖЕНИЙ И МЕТОДЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

А. Е. Банников, Б. П. Голубко

Изложены основные принципы ведения геодезического обеспечения при строительстве высотных инженерных сооружений. Рассмотрен наиболее популярный метод ориентирования – обратная линейно-угловая засечка. Приведены формулы для предварительного расчета точности выполняемых работ. Эти формулы помогут определить на этапе проектирования, возможно ли использование предложенного метода или нужно применять что-либо другое (например, лазерное проецирование).

Ключевые слова: *геодезическое обеспечение; обратная линейно-угловая засечка.*

Задачами маркшейдерско-геодезического обеспечения горно-строительных работ являются:

– перенесение геометрических элементов проекта в натуру;

– контроль соблюдения геометрических элементов горно-строительных работ, предусмотренных проектом;

– производство маркшейдерско-геодезических съемок, составление и пополнение графической документации;

– учет объемов земляных работ.

При выполнении разбивочных работ, учитывая их особую ответственность, маркшейдеры выполняют вычисления и проверяют соответствие указанных в проектных чертежах координат и размеров основных элементов горно-строительных работ, выполняют привязку проекта, т. е. рассчитывают разбивочные элементы, по которым выносят проект в натуру от пунктов маркшейдерских и съемочных сетей. Разбивочными элементами являются расстояния, углы, превышения, выбор и расчет которых зависит от принятого способа разбивки. В результате подготавливаются рабочие чертежи, по которым выполняются разбивочные работы в натуре.

Точность разбивочных работ зависит от вида, назначения, местоположения объекта, его размеров, порядка и способа производства работ, особенностей эксплуатации и т. п.

Нормы точности на разбивочные работы задаются в проекте или в нормативных документах (СНиП, ГОСТ, ведомственные инструкции). Точность геометрических параметров объекта в нормативных документах и чертежах определяется предельно допустимыми отклонениями [1, 2]. По принципу равных влияний всех источников погрешностей M на каждый из них, в том числе и на маркшейдерские измерения $m_м$, приходится доля от общей погрешности $M_{общ}$:

$$m_м = \frac{M_{общ}}{\sqrt{n}}.$$

Переход от допуска к среднему квадратическому отклонению получают из выражения:

$$\delta = m_м / 3.$$

Первыми пунктами исходной опорной сети на объекте строительства являются точки на основных осях будущего здания, вынесенные в натуру специализированными геодезическими организациями, имеющими допуск СРО по выданному и согласованному им проекту, и закрепленные металлическими штырями, П-образными обносками с нанесенными сверху рисками, имеющие региональные координаты. На рис. 1 представлена схема первичной разбивки сооружения – приложение к акту освидетельствования геодезической разбивочной основы. Дальше работы

ведутся в условной системе координат, где ось абсцисс направляется по вертикальным осям здания, а ось ординат – по горизонтальным. Пересечение главных осей (например «А»–«1») принимают за начало координат О [0; 0] (либо так, чтобы все опорные и разбивочные точки лежали в одной четверти, например О [1000; 1000]) (рис. 2). Далее прокладывается полигонометрический замкнутый ход по всем вынесенным точкам, где за исходные пункты принимаются две точки с присвоением им условных координат, остальные вычисляются после уравнивания хода (рис. 3). Предрасчет точности наиболее слабой точки хода выполняется по формуле [3]:

$$M_{A_{k=n/2}} = \frac{1}{\mu}\sqrt{\frac{1}{T^2}\sum_{s=1}^{n} l_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2}\sum_{s=1}^{n} L_s^2},$$

где μ – коэффициент повышения точности при дополнительных условиях уравнивания (в нашем случае для хода, опирающегося на два пункта и одну сторону, равен 6).

При строительстве в условиях с постоянной нехваткой свободной, незастроенной территории быстро теряет актуальность первоначальная опорная сеть, с помощью которой можно вести геодезические работы только на этапах раскопки котлована, возведения фундаментных конструкций и в лучшем случае первых этажей, так как точки находятся крайне близко к зданию.

Для решения данной проблемы предлагается способ ориентирования тахеометра обратной линейно-угловой засечкой. В результате исключается ошибка центрирования инструмента, появляется свобода выбора места стояния, сокращается время передачи опорной точки на разбивочный монтажный горизонт. Следовательно, и опорная сеть объекта строительства сильно видоизменяется. Теперь чаще это не точки закрепленные дюбелями, арматурой, а стационарные (мониторинговые) светоотражатели и светоотражающие марки, располагаемые на всевозможных конструкциях, близлежащих зданиях, и несущие координаты *X*, *Y*, *Z*.

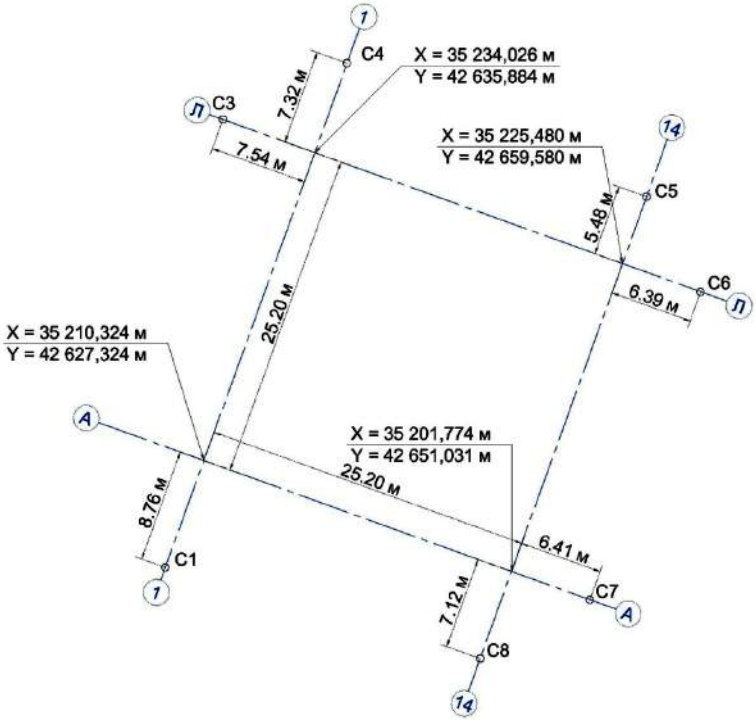


Рис. 1. Приложение к акту освидетельствования ГРО – схема разбивки

Расширение опорной сети осуществляется путем закрепления пунктов на ближайшие дома, вышки освещения, на любые доступные места с таким учетом, чтобы:

– опорная сеть образовывала выгодные с точки зрения точности геометрические фигуры для обратной геодезической засечки;

– точки сети располагались в пределах максимально допустимых измерений рассто-

яний;

– углы, образованные между плоскостью марки и визирным лучом, были по возможности близки к 90°.

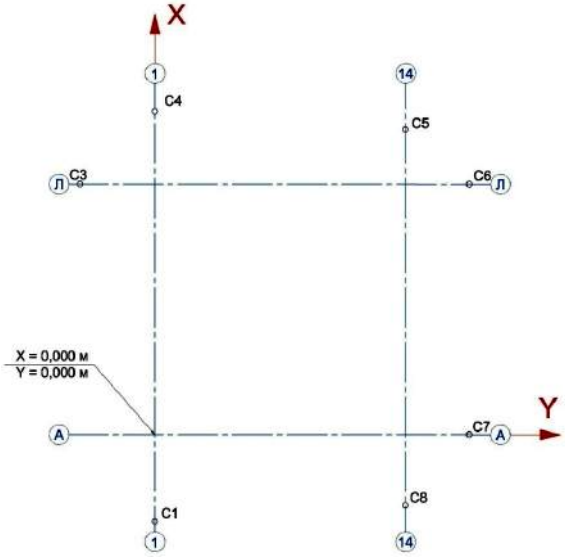


Рис. 2. Условная система координат

Марки координируются с нескольких точек существующего опорного обоснования методом полярных координат, уравниваются и только после этого вносятся в опорную сеть

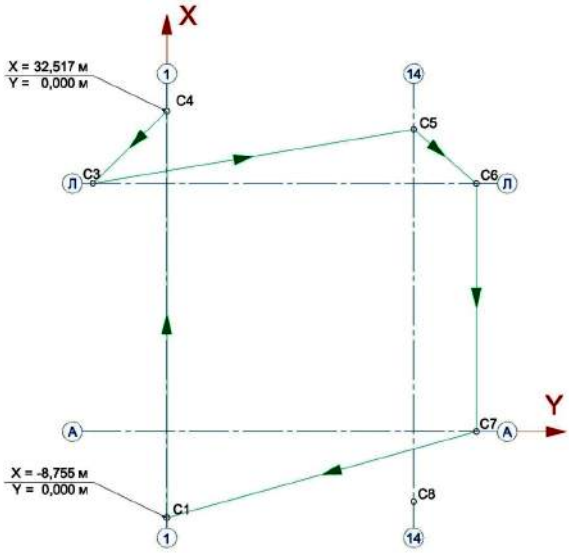


Рис. 3. Схема полигонометрического хода

как твердые точки. Приближенный расчет непосредственно полярного метода можно провести по формуле с учетом числа пунктов n [4]:

$$m_{\text{п}} = \frac{1}{\sqrt{n}}\sqrt{\left(m_l^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} l^2\right)}.$$

Также координаты марок можно найти методом прямой линейно-угловой засечки. Среднюю квадратическую ошибку (СКО) метода можно найти по формуле [3]:

$$m_{\text{пр. з}} = m_\beta \sqrt{\frac{r_1^2 + r_2^2 + p_{l_1} + p_{l_2}}{\left(r_1^2 + r_2^2\right)\left(p_{l_1} + p_{l_2}\right) + \sin^2\gamma\left(r_1^2 - p_{l_1}\right)\left(r_2^2 - p_{l_2}\right)}}.$$

Тогда СКО положения марки можно найти по формуле:

$$m_{\text{мар}} = \sqrt{M_{\text{исх}}^2 + m_{\text{м. к}}^2 + m_{\text{ц}}^2},$$

где $M_{\text{исх}}$ – погрешность положения точки стояния (для предрасчета можно принять равной СКО слабой точки полигонометрического хода); $m_{\text{м. к}}$ – ошибка метода координирования; $m_{\text{ц}}$ – ошибка центрирования на точке стояния.

Такая опорная база закоординированных марок вокруг строительного объекта позволяет вести геодезические работы при строительстве высотных зданий. Дальнейшие ограничивающие условия возникают при недостаточной точности конечного элемента разбивки.

Средняя квадратическая ошибка выноса в натуру разбивочной точки способом полярных координат определяется формулой:

$$m_{\text{р. т}} = \sqrt{m_{\text{т. ст}}^2 + m_{\text{р. п}}^2 + m_{\text{ф}}^2},$$

где $m_{\text{т. ст}}$ – СКО точки стояния, при ориентировании на монтажном горизонте способом обратной линейно-угловой засечки равна СКО самой засечки; $m_{\text{р. п}}$ – СКО метода полярных координат, универсального и простого способа разбивки рабочих осей на монтажном ярусе; $m_{\text{ф}}$ – ошибка фиксации разбивочной точки.

Как уже отмечалось, перенос разбивочной сети на монтажный горизонт производится обратной линейно-угловой засечкой. При этом измеряются расстояния до двух опорных марок и горизонтальный угол между ними. Ошибка положения определяемого пункта без учета ошибки исходных данных [3]:

$$m_{\text{обр. з}} = m_\beta \sqrt{\frac{\rho^2 c^2 + \left(p_{l_1} + p_{l_2}\right) l_1^2 l_2^2}{\rho^2\left[p_{l_1}\left(l_2 - l_1\cos\gamma\right)^2 + p_{l_2}\left(l_1 - l_2\cos\gamma\right)^2\right] + p_{l_1} p_{l_2} l_1^2 l_2^2 \sin^2\gamma}},$$

где c – длина базиса между марками; p_{li} – веса линейных измерений, равные $(m_\beta/m_{li})^2$; γ – прилежащий к определяемой точке горизонтальный угол.

Следует обратить внимание на то, что в расчетах принимаются плановые проекции расстояния до марок, тогда как измеряются расстояния наклонные и вертикальные углы (рис. 4). Это особенно важно в условиях высотного строительства, так как с увеличением высоты здания увеличивается вертикальный угол между горизонтом строительства и высотой закрепленной марки. А следовательно, увеличивается и вклад ошибки измерения вертикального угла в вычислении плановых расстояний до точек, ухудшается точность засечки, а вместе с тем и точность разбивочных работ. Ошибку определения горизонтального проложения можно найти по формуле:

$$m_{l_{xy}} = \sqrt{m_l^2 \cos^2 \delta + \frac{m_\delta^2}{\rho^2} l^2 \sin^2 \delta},$$

где m_i – инструментальная ошибка линейных измерений; δ – вертикальный угол визирования на пункт; m_δ – СКО измерения вертикальных углов.

Недооценка влияния вертикального угла визирования приводит к ошибочному завышению точности ориентирования. Исходя из опытных данных, взяв в расчет вертикальный угол наведения на пункты расширенной опорной сети, можно с уверенностью сказать, что СКО ориентирования обратной линейно-угловой засечкой больше на 10–25 % по сравнению с расчетным СКО по плановым проекциям.

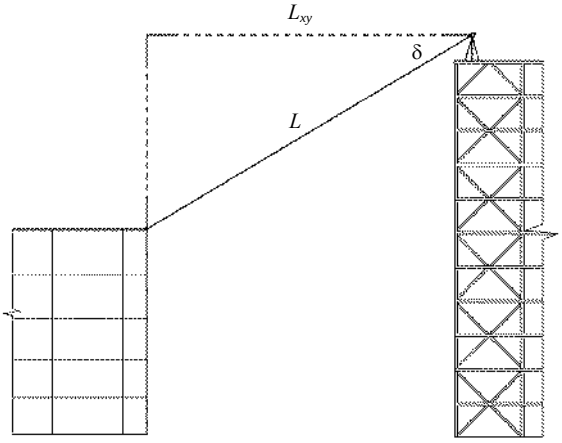


Рис. 4. Схематичное изображение измеряемых величин L, δ и вычисляемой L_{xy}

Для контроля правильности координат, найденных из засечек, необходимо использовать избыточные пункты и производить избыточные измерения. Точность двукратных засечек улучшается в $\sqrt{2}$ раз при наиболее благоприятной геометрии засечки ($\gamma \approx 120^\circ$). Для предрасчета точности плановой линейно-угловой засечки с учетом исходных пунктов можно воспользоваться специализированными программными продуктами, например CREDO DAT. Где нужно будет внести СКО исходных пунктов, равные СКО марок, вычисленные по вышеприведенным формулам, а также внести ошибки горизонтальных проложений, формула нахождения которых также приведена выше.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 3.01.03–84. Геодезические работы в строительстве. М.: ЦИТЛ Госстроя СССР, 1985.
2. Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03–84). М.: ЦНИИ ОМТПГосстроя СССР, 1985.
3. Гордеев В. А. Теория ошибок измерений и уравнительные вычисления: учеб. пособие. Екатеринбург: УГГУ, 2004. 429 с.
4. Голубко Б. П., Гордеев В. А., Яковлев В. Н. Маркшейдерия. Ч. 1. Маркшейдерские работы на карьерах и разрезах: учеб. пособие. Екатеринбург: УГГУ, 2010. 210 с.

Поступила в редакцию 4 июня 2013 г.

Банников Антон Евгеньевич – аспирант. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: bannikovaesun@mail.ru

Голубко Борис Павлович – кандидат технических наук, профессор. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: golubko.b@mail.ru

УДК 622.44

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИРКУЛЯЦИОННОГО ТЕЧЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ КОРИОЛИСА

В. Н. Макаров, С. А. Горбунов, К. В. Баутин, С. П. Баутин

На основе анализа восходящих закрученных потоков предложен статистический метод линейного планирования экспериментов для исследования влияния сил Кориолиса, обусловленных влиянием вращения Земли на атмосферный воздух. Результаты проведенных экспериментальных исследований подтверждают возможность использования энергии циркуляции атмосферного воздуха, получаемой им от действия сил Кориолиса для разработки нетрадиционных источников возобновляемой энергии для повышения экономической эффективности горнорудных предприятий. Оптимизация геометрических параметров предложенного устройства позволяет разработать вихрегенератор энергии, использующий неограниченные возможности энергетического воздействия сил Кориолиса на восходящие воздушные потоки от вентиляторов главного проветривания.

Ключевые слова: *циркуляция; атмосферный воздух; сила Кориолиса; восходящие закрученные потоки; вентилятор главного проветривания.*

В настоящее время в связи с ростом энергоемкости горнорудных предприятий уделяется существенное внимание разработке источников возобновляемой энергии. Большими потенциальными возможностями в этом направлении располагают восходящие закрученные потоки (ВЗП) воздуха, создаваемые вентиляторами главного проветривания (ВГП). В природе такие явления известны как смерчи, торнадо и тропические циклоны, регулярно наблюдаемые в ряде регионов Земли. На рис. 1 приведена фотография одного типичного торнадо над водой.

В [1, 2] предложены модели возникновения и устойчивого существования ВЗП, подтвержденные как математическим моделированием [1, 2], так и результатами экспериментов [3]. Показано [1, 2, 4], что в случае существования достаточно длительного по времени восходящего потока воздуха и, как следствие, радиального движения воздуха в придонной области вращение Земли посредством силы Кориолиса придает существенную окружную скорость частицам воздуха в придонной части ВЗП.

Создание стабильного вертикального

Рис. 1. Фотографии торнадо с возникающей и растущей вниз воронкой

стока в лабораторных условиях возможно несколькими способами, например: нагрев плоской поверхности, как это было реализовано в экспериментах группы А. Ю. Вараксина [3]; использование вертикальной трубы фиксированного радиуса с вентилятором вытяжного действия с регулируемой скоростью тяги, направляющей воздух снизу вверх. Для данных условий применим термин «свободный ВЗП», поскольку в эксперименте нет никакой предварительной или принудительной закрутки воздуха.

В настоящей работе исследовалась возможность создания стабильного окружного движения воздуха в придонной части ВЗП с применением вертикальной трубы с вентиля-

Исследование поддержано РФФИ (проект № 11-01-00198).

тором вытяжного действия, направляющим воздух снизу вверх. Одновременно осуществлялся выбор параметров геометрии установки и кинематики потока воздуха, позволяющих в условиях существенного влияния вязкости обеспечить устойчивую закрутку потока воздуха за счет действия силы Кориолиса, вызванной вращением Земли.

В реальных условиях ВЗП создается ВГП. Для создания стабильного ВЗП в лабораторных условиях была использована непроницаемая для воздуха вертикальная цилиндрическая труба. Соотношение длины трубы и ее диаметра, а также высота придонной части и расстояние от верхнего среза трубы до потолка экспериментальной лаборатории определялись на основании расчетов из [1, 2].

На рис. 2 изображена схема экспериментальной установки: *1* – вытяжной вентилятор с регулируемой скоростью вращения, стационарно закрепленный на верхнем срезе вертикальной цилиндрической трубы *2*, нижним срезом прикрепленной к сплошной горизонтальной плоскости *4* по окружности кругового отверстия *5* в геометрическом центре этой плоскости; *3* – опоры, поддерживающие плоскость *4* над поверхностью пола *6* помещения, в котором проводится эксперимент.

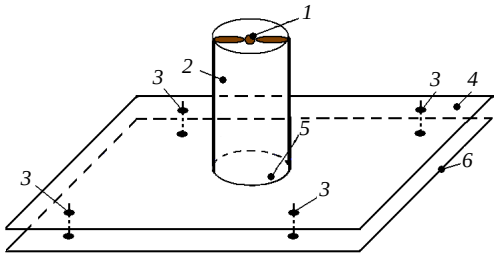


Рис. 2. Установка для формирования устойчивого восходящего закрученного потока

При описании схем экспериментов используется цилиндрическая система координат (r, φ, z), где r – расстояние от оси трубы в горизонтальном направлении; φ – полярный угол в плоскости пола, отсчитываемый от оси, направленной на восток, против хода часовой стрелки, т. е. в положительном направлении; z – расстояние от поверхности пола в вертикальном направлении. При описании результатов экспериментов использованы проекции вектора скорости воздуха на оси цилиндрической системы координат: u – радиальная, v – окружная, w – вертикальная.

Для реализации в эксперименте способа «обогреваемой струны» для высокоточного изменения скорости потока воздуха в радиальном, окружном, вертикальном направлениях были использованы два термоанемометра «Testo 425» (серийные номера 02419555 и 02419541), соответствующие ГОСТ 6651–2009.

Основные технические характеристики термоанемометров «Testo 425» следующие: диапазон измерения скорости воздушного потока 0…20 м/с; разрешение 0,01 м/с; точность 0,03 м/с; температурный диапазон эксплуатации –20…+50 °С.

В первой серии экспериментов измерения производились для пяти значений z: 0,37; 0,35; 0,25; 0,14; 0,02 м. В придонном слое замеры значений компонент вектора скорости (радиальной и окружной) производились по четырем азимутам: восточному ($\varphi = 0$), северному ($\varphi = \pi/2$), западному ($\varphi = \pi$), южному ($\varphi = 3\pi/2$); на расстояниях от оси трубы r: 0,035; 0,135; 0,235 м.

Варьирование напряжения на вентиляторе позволило изменять вертикальную скорость в трубе w в диапазоне 0,37…0,8 м/с. При этом значения окружной скорости v в придонной части и в трубе фиксировались в пределах 0,1…0,23 м/с.

Визуализация направления закрутки воздуха производилась разными способами: с помощью слабого дымового потока в придонной части и с помощью цветной нитки, помещенной внутрь трубы. Дополнительно направление закрутки воздуха определялось с помощью измерительного зонда термоанемометра. Поскольку рабочая часть зонда спроектирована для реализации принципа «обогреваемая струна», через нее предусмотрено сквозное прохождение воздуха. Поэтому заклеивание одной из сторон рабочей части приводит к разности показаний термоанемометра при обращении навстречу воздушному потоку заклеенной и незаклеенной стороной. В случае, если эта разность превышает порог точности термоанемометра, можно сделать вывод о направленности воздушного потока.

Анализ результатов, полученных в первой схеме экспериментов, позволяет сделать следующие выводы: в придонной части воз-

никает закрутка воздуха всегда в положительном направлении, которая передается и в восходящую часть потока, что полностью согласуется с теорией [1–4] и результатами экспериментов группы А. Ю. Вараксина [3]; максимальное значение окружной скорости v (до 0,23 м/с) зафиксировано как в придонной, так и в вертикальной части потока; движение воздуха в придонной части является нестационарным и трехмерным; в значениях компонент вектора скорости наблюдается определенная немонотонность по времени в фиксированных точках пространства; в середине вертикального потока воздуха амплитуда колебаний вертикальной и окружной компонент вектора скорости не превышает порога точности термоанемометра, что можно трактовать как стационарность газодинамических характеристик потока воздуха в трубе; значимое движение воздуха, включая его закрутку, зафиксировано практически по всей высоте придонного слоя; воздушное течение в самой верхней части придонного слоя зависит от r и от φ, причем с увеличением расстояния r зависимость от полярного угла φ практически пропадает.

Во второй схеме экспериментов замеры производились на высоте z = 0,012…0,014 м от поверхности пола; расстояния от оси трубы r составляли 0,03…0,5 м. В придонном слое замеры значений компонент вектора скорости (радиальной и окружной) производились по четырем азимутам: восточному (φ = 0), северному (φ = π/2), западному (φ = π), южному (φ = 3π/2). Варьирование напряжения на вентиляторе позволило изменять вертикальную скорость в трубе w в диапазоне 0,46…1,1 м/с. При этом значения окружной скорости v в придонной части и в трубе фиксировались в пределах 0,1…30,27 и 0,16…0,38 м/с соответственно. Направление закрутки воздуха в придонной части было определено как положительное. В процессе второй серии экспериментов был проведен временный демонтаж экспериментальной трубы. При этом закрутка воздуха непосредственно у поверхности пола сохранилась, окружная компонента скорости убывала в течение 35 мин от 0,38 до 0,07 м/с.

Анализ результатов, полученных во второй серии экспериментов, позволяет сделать следующие выводы: отсутствие горизонтальной плоскости практически не сказывается на формировании воздушного потока в придонной части и на зависимости окружной компоненты скорости воздушного потока от вертикальной скорости воздуха в трубе; направление закрутки воздуха является положительным; исчезновение вертикального стока, контактной поверхности и радиальной компоненты вектора скорости воздуха в придонной части не приводит к моментальному исчезновению закрутки воздуха в придонной части.

Полученные экспериментальные данные полностью согласуются с теоретическими результатами, строго установленными для задачи о стоке [1, 2, 5, 6]: поскольку эксперименты проведены в Северном полушарии, то при наличии вертикального стока течение воздуха в придонной части закручивается вокруг основания стока в положительном направлении. В [1, 2] приведена система обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} c' = -\dfrac{(\gamma-1)}{2} c \dfrac{\left[u^2 + a^2\left(r_{in}^4 - r^4\right)/\left(4r^2\right)\right]}{r\left(u^2 - c^2\right)}; \\ u' = u \dfrac{\left[c^2 + a^2\left(r_{in}^4 - r^4\right)/\left(4r^2\right)\right]}{r\left(u^2 - c^2\right)}, \end{cases}$$

решения которой – функции $c(r)$, $u(r)$ – вместе с функцией

$$v(r) = \frac{a\left(r_{in}^2 - r^2\right)}{2r}$$

описывают скорость звука, радиальную и окружную составляющие вектора скорости воздуха в бесконечно тонком придонном слое.

Однако эксперимент показал, что движение воздуха в придонном слое является трехмерным и нестационарным. При этом средние характеристики потока воздуха достаточно стабильны и близки по своим значениям к решениям приведенной системы обыкновенных дифференциальных уравнений при соответствующих значениях входных параметров. Заметим, что на сегодняшний день отсутствуют надежные математические расчеты закрученных течений в придонном слое в случае его конечной ненулевой высоты.

Значения окружной скорости движения

воздуха напрямую зависят от величины вертикальной скорости стока: увеличение вертикальной скорости воздуха в трубе всегда приводит к увеличению окружной компоненты вектора скорости как в придонной, так и в вертикальной части потока.

Течение в придонной части практически не зависит от того, имеется ли горизонтальная плоскость, ограничивающая сверху придонный слой. На первом этапе движение воздуха возникает на уровне нижнего среза трубы, с течением времени оно фиксируется по всей высоте придонного слоя.

На рис. 3 приведены зависимости увеличения толщины закрученного атмосферного воздуха с течением времени, где t – безразмерное значение времени, $t = t^*/24$, t^* – размерное значение времени, ч; h – безразмерная высота вращающегося слоя, $h = h^*/(2r_0)$, h^*,

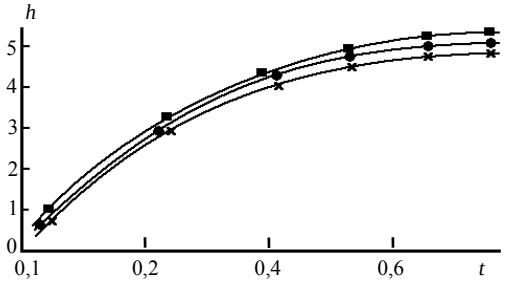


Рис. 3. Зависимость изменения толщины закрученного атмосферного воздуха от времени действия силы Кориолиса

r_0 – размерные значения (м) высоты вращающегося слоя и радиуса трубы соответственно; номера кривых соответствуют разным сериям экспериментов.

Наличие стока приводит к устойчивому и непрерывному увеличению толщины придонного слоя, что соответствует росту энергии вращающейся части потока с течением времени.

Несмотря на влияние сил вязкости, существует величина скорости стока, при которой достигается равновесное состояние энергии, затрачиваемой на создание устойчивого стока и прироста энергии вращающейся придонной части от действия сил Кориолиса. В условиях проведенного эксперимента эта скорость соответствует скорости устойчивого вращения воздуха в придонном слое.

Таким образом, проведенные исследования и данные натурных наблюдений за восходящими потоками, создаваемыми ВГП, торнадо и тропическими циклонами, дают основания предполагать, что при оптимизации геометрических и кинематических параметров опытных установок можно добиться устойчивой положительной разности между энергий потока, вращающегося в придонной части, и энергией, затраченной на создание устойчивого стока. Изложенное свидетельствует о возможности создания вихревых генераторов энергии за счет использования взаимодействия энергии вращения Земли и восходящих потоков, создаваемых ВГП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баутин С. П. Торнадо и сила Кориолиса. Новосибирск: Наука, 2008. 96 с.
2. Баутин С. П., Обухов А. Г. Математическое моделирование разрушительных атмосферных вихрей. Новосибирск: Наука, 2012. 152 с.
3. Вараксин А. Ю., Ромаш М. Э., Копейцев В. Н. Торнадо. М.: Физматлит, 2011. 154 с.
4. Баутин С. П., Крутова И. Ю. Закрутка газа при плавном стоке в условиях действия сил тяжести и Кориолиса // Теплофизика высоких температур. 2012. Т. 50, № 3. С. 473–475.
5. Баутин С. П., Обухов А. Г. Математическое моделирование и численные расчеты течений в придонной части тропического циклона // Вестник Тюмен. гос. ун-та. 2012. № 4. С. 175–182.
6. Обухов А. Г. Математическое моделирование и численные расчеты течений в придонной части торнадо // Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 4. С. 183–188.

Поступила в редакцию 15 мая 2013 г.

Макаров Владимир Николаевич – профессор, доктор технических наук, начальник Управления инноватики и развития. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: Uk.intelnedra@gmail.com

Баутин Серей Петрович – доктор физико-математических наук профессор кафедры высшей прикладной математики. 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, Уральский государственный университет путей сообщения.

Баутин Константин Викторович – доцент, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник. 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, Уральский государственный университет путей сообщения.

Горбунов Сергей Андреевич – аспирант, начальник отдела трансфера и технологий. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 621.311.001.57

ВЛИЯНИЕ ВИДА ФУНКЦИЙ АКТИВАЦИИ НЕЙРОНОВ НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ ОШИБКУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Е. А. Дегтярев, А. Л. Карякин

Оценивается влияние вида функций активации нейронов искусственных нейронных сетей на относительную ошибку прогнозирования электропотребления промышленного предприятия.

Ключевые слова: *горное предприятие; искусственные нейронные сети; прогнозирование электропотребления; функции активации нейронов; цех агломерации; электрическая энергия.*

Использование методов искусственного интеллекта для решения задач прогнозирования временных рядов находит практическое применение в современной электроэнергетике. Применение нейросетевых моделей в программах для составления заявок на приобретение электроэнергии позволяет существенно снизить погрешность между заявленными и потребленными объемами и соответственно затраты предприятия на штрафы при их значительном рассогласовании.

В теории нейронных сетей [1–4] не дается рекомендаций по выбору функций активации нейронов применительно к различным структурам сетей, поэтому в данной работе ставилась задача рассмотреть возможные варианты архитектуры нейронных сетей с различными функциями активации, проанализировать полученные в ходе экспериментов данные, обобщить полученный результат и выявить общие закономерности.

Экспериментирование проводилось на данных, полученных от ОАО «Качканарский ГОК» для цеха агломерации [5]. Предварительно весь совокупный объем факторов, оказывающих влияние на потребление электроэнергии, был изучен с помощью корреляционного анализа, на основе которого были выявлены наиболее значимые переменные.

Для обучения сети и экспериментов с ее архитектурой сформировано обучающее и контрольное множества, из состава которых на основании экспериментов с обобщенно-регрессионными сетями с применением метода визуального анализа диаграммы рассеяния были исключены выбросы. С целью проведения сравнительного анализа и выявления общих закономерностей в результатах экспериментов с различными структурами сетей из исходных данных сформированы три базы. Каждая из баз содержит по 14, 15 и 16 переменных: производство агломерата за текущую смену, время работы двух агломашин, среднесуточные и крайние значения температуры уличного воздуха (наличием или отсутствием данных предикторов отличаются между собой базы данных), порядковый номер дня в году, значения потребления электрической энергии в предыдущие десять смен. Далее массивы исходных данных были разбиты на обучающее (3926 изм.), тестовое (184 изм.) и контрольное (185 изм.) множества. Для объективной оценки точности прогнозирования из состава последнего множества значения выбросов не были исключены.

Элементы теории вероятности и математической статистики позволяют обратиться к правилу трех сигм [6], из которого следует: вероятность того, что абсолютная величина отклонения превысит утроенное среднее квадратическое отклонение, очень мала, а именно равна 0,0027 % или 0,27 %. Поэтому сравнение сетей производилось по величинам математического ожидания и утроенного стандартного отклонения.

В результатах экспериментов определен верхний предел изменения относительной ошибки прогноза на тестовом множестве (предельная относительная ошибка прогноза на тестовом множестве), т. е. $\overline{x}+3\sigma$, где $\overline{x}$ – среднее значение относительной ошибки прогноза на тестовом множестве, определяемое формулой, отн. ед.:

$$\overline{x} = \left(\sum_{i=1}^{N} x_i \right) / N,$$

где x_i – значение относительной ошибки прогноза на тестовом множестве для i-го опыта, отн. ед.; N – общее число опытов (наблюдений).

Стандартное выборочное отклонение рассчитывалось в соответствии со следующим выражением, отн. ед. [7]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N} \left(x_i - \overline{x} \right)^2}.$$

Были построены графики зависимости $\overline{x} + 3\sigma$ от вида функции активации и номера опыта, так как в первую очередь авторов интересует максимально возможная ошибка прогноза, а не то, какова доля величин, принимающих участие в ее формировании. Для определения средней относительной ошибки прогноза на тестовом множестве во всех экспериментах проводилось 30 опытов.

При синтезе сетей для каждого типа архитектуры руководствовались одними и теми же принципами, обеспечивая тем самым одинаковый порядок формирования структур сетей: число нейронов во входном слое сети

Влияние вида функций активации нейронов на величину прогноза для трехслойной сети с 16 входными переменными, 16 нейронами во входном слое и 18 нейронами в скрытом слое

Номер опыта	Вид функции активации для нейронов			$\overline{x}$, отн. ед.	σ, отн. ед.	$\overline{x} \pm 3\sigma$, отн. ед.	$\overline{x} + 3\sigma$, отн. ед.	Кодировка функций активаций в системах счисления	
	входного слоя	скрытого слоя	выходного слоя					двоичной	десятичной ($x2$)
1	logsig	purelin	logsig	0,0422	0,0021	0,0422 ± 0,0063	0,0485	011001	50
2	logsig	purelin	purelin	0,0423	0,0025	0,0423 ± 0,0075	0,0498	101001	82
3	logsig	logsig	logsig	0,0429	0,0023	0,0429 ± 0,0069	0,0498	010101	42
4	purelin	purelin	purelin	0,0490	0,0004	0,0490 ± 0,0012	0,0502	101010	84
5	logsig	tansig	purelin	0,0438	0,0022	0,0438 ± 0,0066	0,0504	100001	66
6	purelin	tansig	purelin	0,0428	0,0026	0,0428 ± 0,0078	0,0506	100010	68
7	purelin	logsig	logsig	0,0425	0,0028	0,0425 ± 0,0084	0,0509	010110	44
8	logsig	logsig	purelin	0,0435	0,0025	0,0435 ± 0,0075	0,0510	100101	74
9	tansig	purelin	purelin	0,0435	0,0025	0,0435 ± 0,0075	0,0510	101000	80
10	purelin	logsig	purelin	0,0428	0,0031	0,0428 ± 0,0093	0,0521	100110	76
11	tansig	logsig	purelin	0,0436	0,0029	0,0436 ± 0,0087	0,0523	100100	72
12	tansig	tansig	purelin	0,0446	0,0026	0,0446 ± 0,0078	0,0524	100000	64
13	tansig	logsig	logsig	0,0451	0,0054	0,0451 ± 0,0162	0,0613	010100	40
14	logsig	tansig	tansig	0,0453	0,0075	0,0453 ± 0,0225	0,0678	000001	2
15	tansig	tansig	logsig	0,0700	0,1223	0,0700 ± 0,3669	0,4369	010000	32
16	logsig	logsig	tansig	0,0679	0,1342	0,0679 ± 0,4026	0,4705	000101	10
17	logsig	tansig	logsig	0,0832	0,1569	0,0832 ± 0,4707	0,5539	010001	34
18	tansig	logsig	tansig	0,0771	0,1754	0,0771 ± 0,5262	0,6033	000100	8
19	tansig	purelin	logsig	0,0884	0,1751	0,0884 ± 0,5253	0,6137	011000	48
20	tansig	tansig	tansig	0,0792	0,1919	0,0792 ± 0,5757	0,6549	000000	0
21	purelin	tansig	logsig	0,1083	0,2036	0,1083 ± 0,6108	0,7191	010010	36
22	purelin	purelin	logsig	0,1201	0,2277	0,1201 ± 0,6831	0,8032	011010	52
23	purelin	logsig	tansig	0,1517	0,2599	0,1517 ± 0,7797	0,9314	000110	12
24	purelin	tansig	tansig	0,2073	0,3237	0,2073 ± 0,9711	1,1784	000010	4
25	purelin	purelin	tansig	0,1766	0,3676	0,1766 ± 1,1028	1,2794	001010	20
26	tansig	purelin	tansig	0,1650	0,4212	0,1650 ± 1,2636	1,4286	001000	16
27	logsig	purelin	tansig	0,3336	0,6876	0,3336 ± 2,0628	2,3964	001001	18

принимается равным числу входных переменных, число нейронов в промежуточном слое сети определяется в соответствии с формулой [2]:

$$\frac{mN}{1 + \log_2 N} \le L_w \le \left(N + m \right) \left(n + m + 1 \right) + m,$$

где m – размерность выходного сигнала, ед.; N – число элементов обучающей выборки, шт.; n – размерность входного сигнала, ед.; L_w – необходимое число синаптических весов.

Оценив необходимое число весов, можно рассчитать число нейронов в скрытых слоях:

$$L = \frac{L_w}{n+m}.$$

Были рассмотрены следующие функции активации нейронов: *logsig* – логарифмическая (сигмоидальная); *purelin* – линейная; *tansig* – гиперболический тангенс (сигмоидальная).

По полученным в результате опытов таблицам можно оценить влияние вида функций активации нейрона на величину прогноза для однослойных сетей ($\overline{x}$, σ, $\overline{x} \pm 3\sigma$, $\overline{x} + 3\sigma$). Число возможных вариантов сетей для одного типа архитектуры (числа слоев) в зависимости от вида используемых функций активации нейронов определялось с помощью элементов комбинаторики.

Для того чтобы дать количественную оценку полученным результатам для трехслойных сетей, в таблицах приведены шифры вида функций активации нейронов по слоям в двоичной и десятичной системах. Кодировка в двоичной системе представлена ниже. Для наглядности результатов в таблице соответствующему двоичному коду приводится удвоенное десятичное число. Формирование двоичного кода осуществляется в направлении, обратном распространению сигнала при функционировании сети (т. е. от выходного слоя к входному):

Вид функции активации нейронов слоя ……	*tansig*	*logsig*	*purelin*
Шифр ……..……	00	01	10

Например, 101001 – входной слой имеет функцию активации *logsig*, скрытый – *purelin*, выходной – *purelin*.

Один из результатов экспериментов с трехслойными сетями представлен в таблице и на рис. 1, *а*. На рис. 2, *б* изображен общий график зависимости отклонений прогноза от вариантов архитектуры и числа входных переменных.

Результаты, полученные в ходе опытов при одно-, двух- и трехслойных сетях. Предельные относительные ошибки прогноза на тестовом множестве для однослойной и двухслойной сети (при отдельных вариантах комбинаций $\overline{x} + 3\sigma$ функций активации нейронов по слоям) находятся примерно на одном уровне и меньше, по отношению к ошибке прогноза трехслойной сети на 0,2–0,3 %.

Не все сочетания функций активации для нейронов входного, промежуточного и выходного слоев приемлемы с точки зрения точности выдаваемого результата. Для двух- и трехслойных сетей сочетание функций активации нейронов *purelin* для всех слоев дает минимальную величину отклонения.

Среди трехслойных сетей наилучшим образом обобщать результат на новые наблюдения способны сети, имеющие нейрон в выходном слое с линейной функцией активации, затем следуют сети с логарифмическими функциями активации, наихудшие результаты показывают сети с гиперболическим тангенсом в качестве функции активации выходного нейрона сети. Можно уверенно говорить о том, что сети, имеющие в выходном слое нейрон с линейной функцией активации, способны с достаточной степенью точности прогнозировать значение потребления электроэнергии.

Установлено, что число входных переменных слабо влияет на предельную относительную ошибку прогноза для первых пяти наблюдений. Для последующих наблюдений сеть с 16 входными переменными показывает лучшие результаты. Изменение числа предикторов меняет устойчивость сетей с точки зрения числа возможных вариантов их построения, дающих приемлемые результаты. Более устойчивыми оказались сети с 14 и 16 предикторами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барский А. Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. М.: Финансы и статистика, 2004. 176 с.

2. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М.: Горячая линия – Телеком, 2001. 382 с.

3. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / пер. с польск. И. Д. Рудинского. М.: Горячая линия – Телеком, 2006. 452 с.

4. Хайкин С. Нейронные сети. 2-е изд.; пер. с англ. Н. Н. Куссуль и А. Ю. Шелестова. М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. 1104 с.
5. Карякин А. Л., Белов К. Д., Дегтярев Е. А. Прогнозирование потребления электроэнергии цехом агломерации на основе метода искусственных нейронных сетей // Изв. вузов. Горный журнал. 2008. № 8. С. 126–127.
6. Баврин И. И. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш. школа, 2005. 160 с.
7. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок: пер. с англ. М.: Мир, 1985. 272 с.

Поступила в редакцию 15 мая 2013 г.

Дегтярёв Евгений Андреевич – старший преподаватель кафедры электрификации горных предприятий. 620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: e.degtyarev@m.ursmu.ru

Карякин Александр Ливиевич – заведующий кафедрой электрификации горных предприятий, доктор технических наук, профессор. 620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: Aleksandr.Karyakin@m.ursmu.ru

УДК 621.6.04

ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА КОНТЕЙНЕРНОГО ПНЕВМОТРАНСПОРТА

С. Я. Давыдов, В. Я. Потапов, П. А. Костюк

Представлена схема для определения количества контейнеров в системе контейнерного пневмотранспорта (КПТ). Даны схемы движения частиц материала для определения угловой скорости контейнера. Дана формула определения конечной скорости состава контейнеров в трубопроводе при их безостановочном движении в системе КПТ.
Ключевые слова: *контейнерный пневмотранспорт; длина участка разгрузки, угловая скорость; процесс высыпания; сыпучий материал.*

При проектировании контейнерного пневмотранспорта (КПТ) важным моментом является установление взаимозависимости между скоростями движения контейнеров в системе пневмотранспорта в процессе торможения в трубопроводе и на открытом участке разгрузки. При этом конечная скорость торможения контейнеров в трубопроводе зависит функционально от геометрических и динамических параметров тормозного участка. Рассмотрим влияние этих параметров на примере расчета элементов конструкции системы КПТ [1–5].

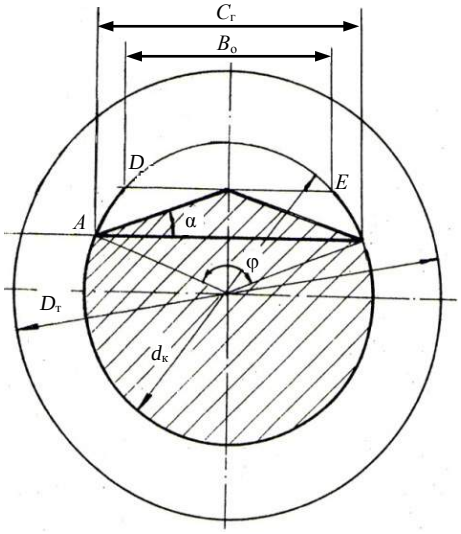


Рис. 1. Поперечное сечение груза в контейнере:
d– диаметр контейнера; $D_т$ –внутренний диаметр трубопровода; $C_г$ – ширина, занимаемая грузом; $B_о$ – ширина загрузочного окна; $\rho_г$ – угол естественного откоса груза

Как известно, для КПТ наивыгоднейшим сечением контейнера является круг. Величина максимального диаметра $d_к$ контейнера в зависимости от внутреннего диаметра $D_т$ определяется из соотношения $d_к \approx 0{,}7D_т$.

Из рис. 1 находим площадь сечения груза $F = 0{,}63\, d_к^2$.

С учетом соотношения $d_к \approx 0{,}7D_т$ имеем

$$F = 0{,}31\, D_т^2.$$

Длина цилиндрической части контейнера принимается равной

$$l_к = (2{,}5\ldots3{,}5)\, d_к.$$

В зависимости от диаметра трубопровода длина контейнера

$$l_к \approx 2{,}15D_т.$$

Средняя длина контейнера по сцепкам определяется из соотношения:

$$l_с = 2{,}35D_т.$$

Длина поезда

$$l_п = 2{,}35D_т n_к,$$

где $n_к$ – количество контейнеров в поезде, $n_к = 4\ldots15$.

С учетом свободного перемещения по криволинейному трубопроводу его минимальный радиус кривизны будет равен

$$R_т = 0{,}5\, l_б^2/(D_в - d_к),$$

где $l_б$ – база контейнера.

Линейные размеры контейнеров для выбранного ряда диаметров трубопровода определяются по зависимости:

$$a_м = \lambda_к a_б,$$

где $a_м$ – величина параметра варианта; $\lambda_к$ – масштабный коэффициент; $a_б$ – величина параметра базы.

В зависимости от диаметра трубопровода погонная масса контейнерного состава определяется по следующей зависимости:

$$q_п = 259D^{1,608}.$$

Погонная масса груза в контейнерном составе с учетом коэффициента заполнения $K_з = 0,8$ составляет

$$q_г = 0,22D^2\rho_г,$$

где $\rho_г$ – плотность транспортируемого груза, кг/м^3.

Для КПТ с непрерывным движением контейнеров на участках загрузки и разгрузки должно соблюдаться условие равенства времени загрузки $t_з$ или разгрузки $t_р$ и времени $t_л$ прохождения составами контейнеров среднего интервала L'(рис. 2).

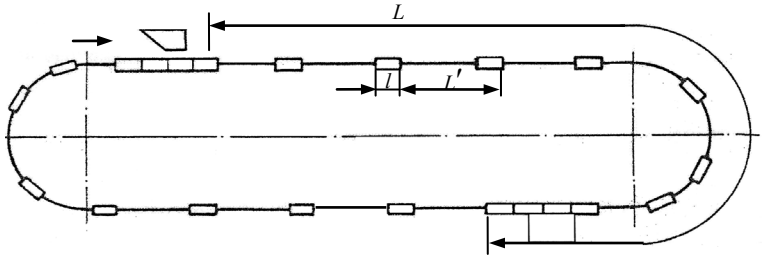


Рис. 2. Схема для определения количества контейнеров в системе КПТ

Запишем

$$t_л = 0,5(t_з + t_р); \text{ при } t_з = t_р t_з = t_л. \quad (1)$$

$$t_з = l_к/v_з, \quad (2)$$

$$t_л = L'/v_л, \quad (3)$$

где $v_з$ – скорость движения контейнеров на участках загрузки; $v_л$ – скорость движения контейнеров в трубопроводе.

При наличии $n_л$ поездов на линии произведение среднего интервала L' между одноименными точками поездов на $n_л$ дает расстояние транспортирования L без учета длины участков загрузки и разгрузки

$$L'n_л = L - n_з l_к, \quad (4)$$

где $n_з$ – количество поездов на участке загрузки или разгрузки.

Из равенства (4) находим

$$L' = (L - n_з l_к)/n_л.$$

С учетом непрерывности загрузки

$$v_з = Q/(3,6q)$$

и равенств (1)–(3) можно записать:

$$\frac{3,6 l_к q}{Q} = \frac{L - n_з l_к}{n_л v_л},$$

где Q – производительность загрузочного агрегата; q – погонная масса транспортируемого груза.

В результате число поездов на линейной части трубопровода в грузовом или порожнем направлении составит

$$n_л = \frac{Q\left(L - n_з l_к\right)}{3,6 q l_к v_л}.$$

Количество поездов, необходимое для обеспечения перевозки заданного грузопотока

$$n_о = 2n_л + 2n_з + n_{рез},$$

где $n_{рез}$ – резервное количество поездов, учитывающее их замену в период ремонта, принимается в размере 10 % от расчетного количества поездов.

Для контейнера, разгружаемого путем поворота вокруг оси трубопровода, рассмотрим основные теоретические положения по разгрузке ковшей элеваторов. Особенность состоит в том, что геометрическая ось вращения контейнеров совпадает с их осью и находится в плоскости сечения транспортируемого груза.

Равнодействующая R (рис. 3) силы тяжести mg и центробежной силы $F_ц$ для любой из частиц, находящихся в контейнере, пересекает его вертикальный диаметр в одной и той же определенной для данного момента точке P, называемой полюсом, которая находится на расстоянии h от оси контейнера,

$$h = g\omega^{-2}, \qquad (5)$$

где ω – угловая скорость контейнера.

В процессе переворота контейнера часть материала в каждый определенный момент остается неподвижной. Для анализа этого процесса особое значение имеет определение границы между подвижной и относительно неподвижной частями материала, т. е. поверхности скольжения или поверхности естественного откоса.

Согласно теории разгрузки сыпучих материалов, граница неподвижного слоя относительно вращающейся емкости располагается по криволинейной поверхности, очерченной логарифмической спиралью, проходящей через разгрузочную кромку. Уравнение спирали в полярных координатах

$$C = a\exp(\theta \mathrm{tg}\alpha),$$

где C – расстояние от полюса P до точки спирали (рис. 3); a – база спирали; α – угол естественного откоса материала; θ – угол между лучом M_0P и базой a.

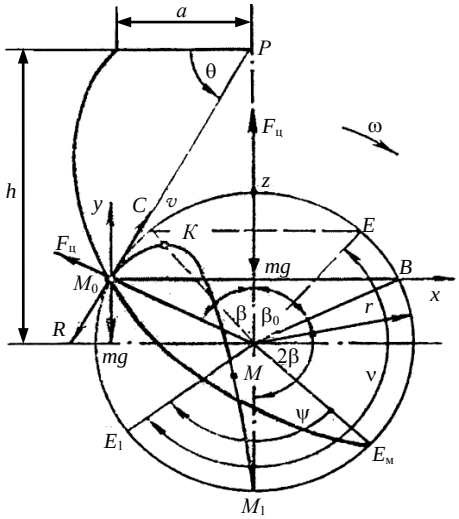


Рис.3. Движение частиц материала в контейнере

Логарифмическую спираль для данного случая называют кривой естественного откоса, а поверхность, образованную такой кривой, – поверхностью естественного откоса. Частицы материала, расположенные выше поверхности естественного откоса, проведенной через кромку высыпания груза, будут находиться в состоянии движения, а расположенные ниже этой поверхности – в состоянии покоя.

В процессе разгрузки большая масса частиц отрывается от нижележащих слоев материала, не дойдя до разгрузочной кромки. Движение частиц материала приведено на рис. 3. Частицы, пришедшие в движение относительно контейнера, или скользят по поверхности естественного откоса $M_0E_м$ вниз, или отрываются от этой поверхности и двигаются далее по параболической траектории M_0KM_1. Это зависит от угловой скорости ω контейнера, положения частиц в контейнере, его радиуса и свойств материала.

Для полной разгрузки угловая скорость контейнера должна быть такой, чтобы полюс P находился вне диаметра контейнера. В противном случае частицы материала, прижатые к внутренней стенке в верхнем положении Z, не смогут

оторваться от нее (так как $F_ц > mg$) и не покинут пределов контейнера. Угловая скорость вращения контейнера, при которой $F_ц = mg$, называется критической:

$$\omega_{кр} = g^{0,5}r^{-0,5}, \qquad (6)$$

где r – радиус контейнера.

Сравнив $r > g\omega^{-2}$ с формулой (5), имеем $h > r$.

Угловая скорость контейнера, при которой происходит переход частиц груза с круговой траектории на параболическую при угле отрыва β, определяется по формуле

$$\omega = g^{0,5}r^{-0,5\cos 0,5}\beta. \qquad (7)$$

С учетом выражения (6):

$$\omega = \omega g^{0,5}r^{-0,5\cos 0,5}\beta.$$

Координаты вершины параболы (точка K на рис. 3) и точки ее пересечения с окружностью контейнера (точка M_1) определяются по уравнениям:

$$x_k = r\sin\beta\cos^2\beta;\ y_k = 0,5\sin^2\beta\cos\beta;$$
$$x_{M_1} = 4r\sin\beta\cos^2\beta;\ y_{M_1} = -4r\sin^2\beta\cos\beta.$$

Из этих уравнений имеем

$$x_k = 0,25x_{M_1};\ y_k = 0,125y_{M_1}.$$

Из рис. 3

$$\mathrm{tg}\,\angle BM_0M_1 = y_{M_1}x_{M_1}^{-1} = -\mathrm{tg}\,\beta,$$

т. е. вписанный угол, опирающийся на дугу BM_1, по абсолютной величине равен β, сама дуга равна 2β, а дуга M_0BM_1 равна 4β.

Время полета частицы по параболе определяется из уравнения движения частицы M:

$$x = vt\cos\beta.$$

Отсюда время полета частицы по параболе

$$t = x/(v\cos\beta).$$

Угол поворота контейнера за это время

$$\Psi = \omega t.$$

Из формулы (7) видна взаимосвязь угловой скорости и радиуса (диаметра) контейнера. В свою очередь, внутренний диаметр контейнера связан с диаметром трубопровода D соотношением

$$d = 0,7D.$$

Это дает возможность определить угловую скорость контейнера для любого диаметра трубопровода при известном значении угла β перехода частиц материала с круговой на параболическую траекторию их движения. Значения углов β определяются из соотношения

$$\cos\beta = \omega_{max}^2\omega_{кр}^{-2},$$

где ω_{max} – максимальная угловая скорость контейнера, при которой начинают оставаться частицы груза.

Значения полюсного расстояния $C = M_{01}P$ при конкретном транспортируемом материале находим по известной формуле (рис. 4)

$$C = [r^2\sin^2\beta + (h - r\cos\beta)^2]^{0,5}.$$

В случае расположения частицы M в точкеM_1 ниже точки D_1 (частица в точкеM_1 успеет вылететь из контейнера) нужно несколько уменьшить значение угла отрыва β_2 (рис. 4, *а*). Если точка окажется выше, то значение β_2 необходимо увеличить и найти положение точек M_2 и D_2 в той же последовательности, что и ранее

для точек M_1 и D_1. При этом необходимо добиться такого значения угла β_2, при котором точка M_2 будет находиться на дуге окружности несколько выше D_2 (рис. 4, *б*);

Значение приращения угловой скорости $\Delta\omega$ находим интерполированием. Из соотношения (рис. 5)

$$\frac{\omega_2-\omega_1}{S_1+S_2}=\frac{\Delta\omega}{S_1}$$

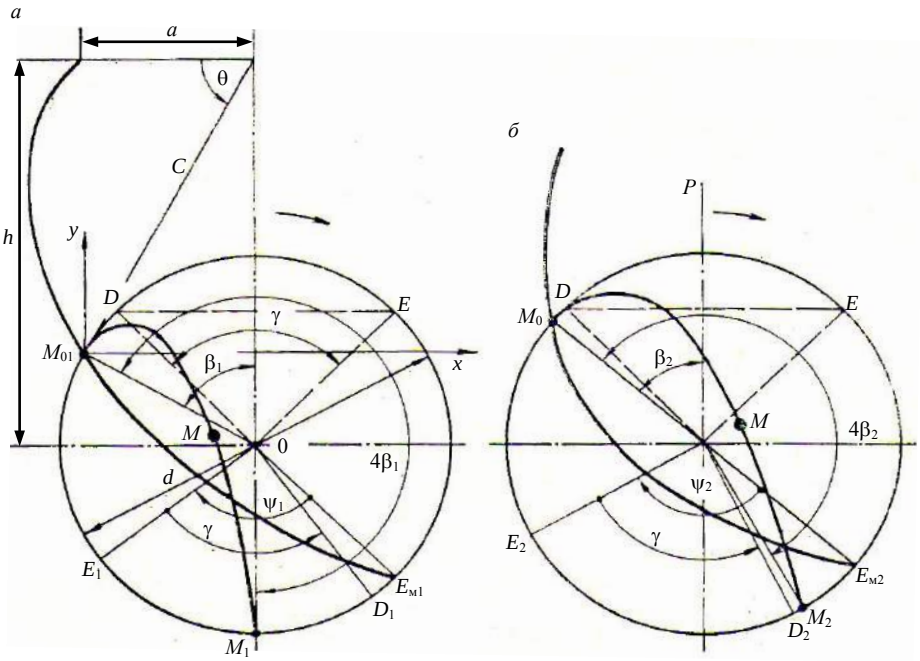


Рис. 4. Схемы движения частицы *M* для определения угловой скорости контейнера:
а – при ω = 6,9 рад/с; *б* – при ω = 7,817 рад/с

находим

$$\Delta\omega=\frac{\omega_2-\omega_1}{S_1+S_2}S_1, \qquad (8)$$

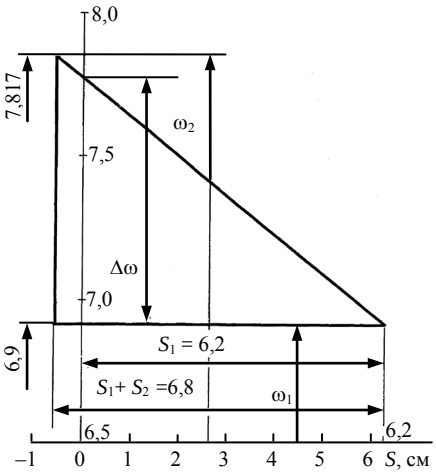


Рис. 5. Иллюстрация к определению приращения угловой скорости Δω контейнера при его полной разгрузке

где $S_1 - M_1\breve{}D_1$ (см. рис. 4, *а*); $S_2 - M_2\breve{}D_2$ (см. рис. 4, *б*). Максимальная угловая скорость контейнера при условии полной разгрузки груза составит

$$\omega_{max} = 6{,}9 + \Delta\omega.$$

После определения по зависимости (8) $\Delta\omega$ = 0,836 рад/с находим ω_{max} = 7,736 рад/с.

В качестве примера определялась угловая скорость контейнера с внутренним диаметром 200 мм и разгрузочным окном в поперечном сечении, образующим центральный угол $\gamma = 90^o$. Угол естественного откоса груза $\alpha = 31^o30'$.

По приведенным формулам определялись параметры процесса высыпания груза из контейнеров в зависимости от диаметра трубопровода.

Результаты построения на рис. 6 указывают на то, что частицы разгружаемого насыпного груза у всех рассматриваемых

диаметров контейнеров попадают на противоположную кромку их разгрузочных отверстий, общей линией которых является OM_1.

Следовательно, при максимальном значении угловой скорости всех типоразмеров угол β остается постоянным. Отсюда следует, что максимальный угол поворота контейнера ν_{max} в момент вылета последней частицы для всех ее диаметров при неизменной максимальной угловой скорости остается неизменным и равным, град:

$$\nu_{max} = 3\beta + 0{,}5\gamma = 198{,}3,$$

где γ – центральный угол разгрузочного окна *DOE* (рис. 4).

Установлено, что частицы насыпного груза, пришедшие в движение относительно контейнера, скользят по поверхности естественного откоса вниз и двигаются по параболической траектории как частицы, брошенные со скоростью под некоторым углом к горизонту.

Таким образом, ограничивающим параметром пропускной способности системы КПТ является скорость движения контейнеров на участке разгрузки, зависящая от угловой скорости.

После преобразования формулы определения длины разгрузочного участка [5]

$$l_р = \pi v_к(\nu/\omega_{тр} + 57{,}3t_р)/180,$$

где $v_к$ – скорость движения контейнера на участке разгрузки по винтовой линии, м/с; ν – угол поворота контейнера в момент вылета из него последней частицы материала, град; $\omega_{тр}$ – угловая скорость контейнера при разгрузке, рад/с; $t_р$ – время разгрузки контейнера.

Получим скорость движения контейнеров при разгрузке по винтовой линии

$$v_к = 180l_р/[\pi\,(\nu/\omega_{тр} + 57{,}3t_р)].$$

Из формулы определения пути торможения состава контейнеров в пневмобуфере при негерметичности уплотнений [4]

$$L_т = \frac{0{,}5m\left(v^2 - v_{к.к}^2\right)}{\Delta PS + F_{тр} + ma}\left[1 + \frac{\left(\Delta PS + F_{тр} + ma\right)\pi lRT\Delta V_{ут}}{4\mathrm{Re}v^5D^5\rho + \left(\Delta PS + F_{тр} + ma\right)\pi lRT\Delta V_{ут}}\right] -$$

$$- \frac{4\mathrm{Re}v^{10}D^6\rho^3}{\left(\Delta PS + F_{тр} + ma\right)RT\pi^2t^2\lambda k\delta l}$$

имеем конечную скорость состава контейнеров в пневмобуфере при их безостановочном движении в системе контейнерного пневмотранспорта

$$v_{к.к} = \sqrt{v^2 - \frac{\left(\Delta PS + F_{тр} + ma\right)\left[L_т + \frac{4\mathrm{Re}v^{10}D^6\rho^3}{\left(\Delta PS + F_{тр} + ma\right)RT\pi^2t^2\lambda k\delta l}\right]}{0{,}5m\left(1 + \frac{\left(\Delta PS + F_{тр} + ma\right)\pi lRT\Delta V_{ут}}{4\mathrm{Re}v^5D^5\rho + \left(\Delta PS + F_{тр} + ma\right)\pi lRT\Delta V_{ут}}\right)}},$$

где v – скорость движения контейнеров в транспортном трубопроводе, м/с; m –масса контейнеров, кг; ΔP – перепад давления на уплотнениях контейнеров, Па; S – площадь сечения трубопровода, м^2; $F_{тр}$ – сила трения, Н; a – замедление контейнера, м/с^2; l – длина контейнеров, м; R – газовая постоянная, R = 287 Дж/(кг × К); T – начальная абсолютная температура воздуха в трубопроводе, К; $\Delta V_{ут}$ – утечка воздуха, м^3/с; Re – критерий Рейнольдса; D – диаметр манжеты, м; ρ – плотность воздуха, кг/м^3; t – начальная температура воздуха в трубопроводе, К; λ – коэффициент теплопроводности трубы, Вт/(м ×К); k – коэффициент теплопередачи (теплообмена) для трубы, Вт/(м^2 × К); δ – толщина стенки трубы, м.

Установлено, что частицы насыпного груза, пришедшие в движение относительно контейнера, скользят по поверхности естественного откоса вниз и двигаются по параболической траектории, как частицы, брошенные со скоростью под некоторым углом к горизонту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Давыдов С.Я., Мальцев А.М. Контейнерный пневмотранспорт и его использование для перемещения насыпных грузов. М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1981. 48 с.

2. Давыдов С. Я. Энергосберегающее оборудование для транспортировки сыпучих материалов: Исследование, разработка, производство. Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2007. 317 с.

3. Контейнерный пневмотранспорт с повышенной пропускной способностью / С. Я. Давыдов [и др.] //Новые огнеупоры. 2005. № 7. С. 17–21.

4. Конструкторская доработка поточной системы контейнерного пневмотранспорта/ С. Я. Давыдов [и др.] // Новые огнеупоры. 2010. № 5. С. 15–20.

5. Давыдов С.Я., Кожушко Г.Г., Сычев С.Н. Экспериментальные исследования процесса разгрузки сыпучего материала из вращающегося контейнера контейнерного пневмотранспорта // Новые огнеупоры. 2011. № 2. С. 9–14.

Поступила в редакцию 3 июня 2103 г.

Давыдов Станислав Яковлевич – доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: davidovtrans@mail.ru

Потапов Валентин Яковлевич – доктор технических наук, доцент кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail:

Костюк Петр Андреевич – студент 3 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: kostyukpetr@bk.ru

УДК 622.271.33:531:532.5:620

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ВЫЕМОК

М. А. Резников

Дается краткий критический обзор существующих методов оценки устойчивости горных выемок. Предлагается оценивать устойчивость подземных выработок с помощью коэффициента запаса устойчивости для наиболее слабой линии, которая должна находиться путем вариации расчетных линий. Приводится порядок подсчета удерживающих и сдвигающих сил по расчетной линии в окрестности одиночной подземной выработки.

Ключевые слова: *устойчивость; подземная выработка; удерживающие и сдвигающие силы; коэффициент запаса устойчивости.*

При разработке месторождений полезных ископаемых возникают вопросы, связанные с устойчивостью горных выемок. При открытых горных работах это прежде всего борта карьеров, уступы и отвалы пустых пород. При подземном способе разработки это системы одиночных выработок, камер и междукамерных целиков.

Существуют различные методы и приемы для решения таких задач:

– аналитические;

– моделирование на эквивалентных материалах;

– моделирование на оптически активных материалах,

– натурные измерения.

Следует отметить, что существующие методы расчета устойчивости открытых и подземных выработок далеки от кардинального разрешения. Поскольку не существует совершенно достоверных методов их расчета, то правильнее будет говорить о сравнительной количественной оценке устойчивости выработок, получаемой с применением того или иного метода расчета. Для такой оценки может служить коэффициент запаса устойчивости открытой или подземной выработки, определяемый как отношение удерживающих сил к сдвигающим по наиболее слабой поверхности (объемная задача) или линии (плоская задача).

При всем многообразии существующих расчетных моделей и схем задачи, как правило, решаются в плоской постановке, что следует считать правомерным, если форма рассматриваемого объекта остается неизменной в перпендикулярном ее сечению направлении на протяжении 5–6 характерных размеров выработки.

К аналитическим методам при открытых разработках полезных ископаемых следует отнести известные методы оценки устойчивости откосов, основанные на разделении области откоса на вертикальные призмы и отнесении веса пород этих призм к соответствующим наклонным площадкам. Этим, по существу, задается напряженное состояние пород откоса. Породы, расположенные ниже рассматриваемых наклонных площадок, считаются невесомыми. При всех недостатках этой методологии получены инженерные решения задачи об устойчивости откосов горных пород, которые имеют широкое распространение. К числу аналитических методов следует отнести также известное решение задачи о напряженном состоянии массива горных пород в окрестности одиночной подземной выработки, полученное с применением методов теории упругости. Здесь следует отметить, что в реальных условиях среда в окрестности такой выработки в общем случае анизотропна. Здесь имеются напластования, трещины разрыва сплошности и другие нарушения однородности массива пород.

Метод конечных элементов также следует отнести к числу аналитических. Его можно было бы считать универсальным для определения напряженного состояния массивов горных пород, если бы не один существенный его недостаток: в разложении функций, определяющих напряженное состояние массивов пород, удерживаются лишь линейные члены степенного ряда. В дальнейшем возникает необходимость решать системы линейных уравнений больших размеров, что не вызывает принципиальных затруднений. По мере удаления от контура выработки накапливаются ошибки, связанные с отбрасыванием нелинейных членов степенного ряда, что приводит к искажению конечных результатов решения.

Если учитывать нелинейные члены разложения в степенном ряду, то возникает необходимость решения больших систем нелинейных уравнений, что в общем случае представляется сложной математической проблемой.

Моделирование с применением оптически активных материалов позволяет получить качественную характеристику распределения напряжений в окрестности одиночных выработок или их систем. Основным недостатком этого метода является несоразмерность геометрических размеров модели и натуры.

При моделировании на эквивалентных материалах требуется соблюдение условий подобия не только геометрических размеров модели и натуры, но также и прочностных свойств их пород. Это требование далеко не всегда удается соблюсти, так как возникают затруднения, связанные с подбором эквивалентных материалов, физико-механические характеристики которых удовлетворяют условиям подобия пород натуры.

Поскольку не существует совершенно достоверных методов расчета устойчивости открытых и подземных выработок, то правильнее будет говорить о сравнительной количественной оценке степени устойчивости выработок, получаемой с применением того или иного метода расчета. В качестве такой количественной оценки может быть принят коэффициент запаса устойчивости (КЗУ) открытой или подземной выработки, определяемый как отношение удерживающих сил к сдвигающим по наиболее слабой поверхности (объемная задача) или линии (плоская задача).

Резюмируя изложенное, отметим, что многими исследователями достигнуты важные результаты в области оценки степени устойчивости открытых и подземных выработок. Эти результаты собираются по крупицам. Количественные познания со временем приведут к появлению иных методов, которые позволят решить проблему оценки устойчивости открытых и подземных выработок на качественно новом уровне.

Автору представляется, что решение задач об устойчивости горных выработок можно искать путем вариации расчетных поверхностей при решении объемных задач или линий при решении задач в плоской постановке. Что касается устойчивости откосов горных пород, то приемлемое решение с нахождением наиболее слабой линии и КЗУ достигается с применением метода динамического программирования [1].

Рассмотрим возможный порядок решения задачи об оценке устойчивости одиночной подземной выработки, сечение которой в направлении, перпендикулярном ее протяжен-

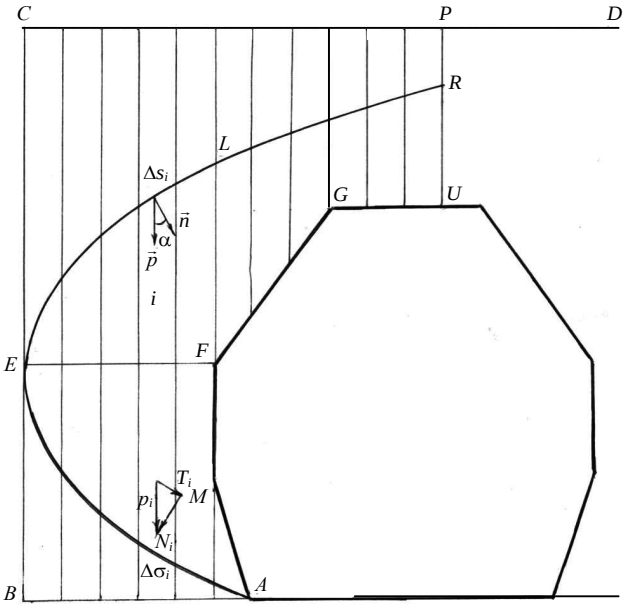


Рис. 1. Схема к постановке задачи об устойчивости подземных выработок

ности, представлено на рис. 1.

Выберем систему координат *XOY* так, чтобы ось *OX* была направлена вправо, ось *OY* вертикально вверх, а координаты самой

выработки и искомой наиболее слабой линии (НСЛ) имели заведомо положительные значения.

Задача ставится так. В замкнутой области *ABCPUGFGFMA* нужно найти такую линию, для которой значение КЗУ будет иметь минимальное значение. При этом искомая линия должна начинаться в точке *A* и заканчиваться в какой-нибудь точке отрезка *PU*.

Для решения задачи разобьем область возможных положений НСЛ на ряд вертикальных отсеков равной ширины. Приведем порядок подсчета удерживающих и сдвигающих сил для некоторой произвольно выбранной линии *AELR*. Найденные значения этих сил позволяют определить величину критерия оптимизации – КЗУ.

Рассмотрим произвольный *i*-й отсек, верхняя и нижняя границы которого целиком расположены в допустимой области возможного положения НСЛ. На площадке $\Delta\sigma_i$ нижней границы этого отсека в обычном порядке подсчитаем удерживающие силы внутреннего трения и сцепления. Также легко могут быть найдены сдвигающие силы, определяемые весом вышележащих пород отсека и наклоном площадки $\Delta\sigma_i$. На верхней площадке Δs_i имеют место лишь удерживающие силы сопротивления отрыву и срезу, которые могут быть подсчитаны с применением формулы

$$\Delta N = \frac{RC}{R\sin\alpha + C\cos\alpha}, \qquad (1)$$

где *R* – сопротивление отрыву пород; *C* – сопротивление срезу; α – угол между нормалью к рассматриваемой площадке и направлением сдвижения.

Из формулы (1) видно, что при $\alpha = \pi/2$ имеет место чистый срез, а при α = 0 – чистый отрыв. При промежуточных значениях угла α на рассматриваемой площадке имеют место отрыв и срез.

Будем считать, что тело, ограниченное линией *AELR*, отрезком *RU* и контуром выработки, сдвигается как единое целое. Возникает вопрос, как следует учитывать вес пород, заключенных в области *FLRUGF*. Подсчитаем средневзвешенный наклон площадок $\Delta\sigma_i$ на участке *AE* с учетом высоты соответствующих отсеков. Эту величину примем за средний наклон площадок $\Delta\sigma_i$ на этом участке и отнесем вес пород в области *FLRUGF* к этому среднему наклону. К подсчитанным ранее суммам удерживающих и сдвигающих сил на участке *AE* прибавим соответствующие силы, вызываемые весом пород в области *FLRUG*. Сделаем еще такое допущение: на участке *LR* имеет место чистый срез, а на участке *RU* – отрыв и срез.

Принятые допущения, по существу, задают напряженное состояние пород в окрестности рассматриваемой выработки. Эти допущения позволяют определить суммы удерживающих и сдвигающих сил, а также значение КЗУ для любой линии, начинающейся в точке *A*, расположенной на контуре выработки и в области *ABCPUGFMA*, и заканчивающейся на отрезке *RU*. Вычислительный процесс можно повторить, изменив положение отрезка *RU*, на котором заканчивается НСЛ. Можно также изменить начало НСЛ, выбрав иное положение точки *A* на контуре выработки.

Нужно найти линию, начинающуюся и заканчивающуюся на контуре выработки, для которой подсчитанное значение КЗУ будет иметь минимальное значение. Такая задача может быть решена с применением метода динамического программирования или метода комплексов [2]. Для линий, одна из которых совпадает с контуром выработки, а другая значительно заглубляется в массив пород, окружающих выработку, значение КЗУ будет бесконечно большим. Между этими крайними возможными положениями НСЛ, очевидно, находится ее истинное положение. Наличие линий ослабления в окрестности выработки, где физико-механические свойства пород изменяются как на самой линии, так и от слоя к слою, не является непреодолимым препятствием.

В таком же порядке можно решать задачи об устойчивости камер и междукамерных целиков при применении той или иной системы разработки (рис. 2).

При этом представляется возможным получить количественную оценку устойчивости не только одиночной выработки, но и совокупности выработок. Положение НСЛ или отдельных ее участков может также задаваться исходя из логических соображений. Важно, чтобы вопрос об устойчивости подземных

выработок и их совокупности решался на основе вариации расчетных поверхностей в окрестности этих выработок с нахождением такой линии, для которой найденное значение КЗУ было бы минимальным.

Автор отдает себе отчет, что рассмотрен-

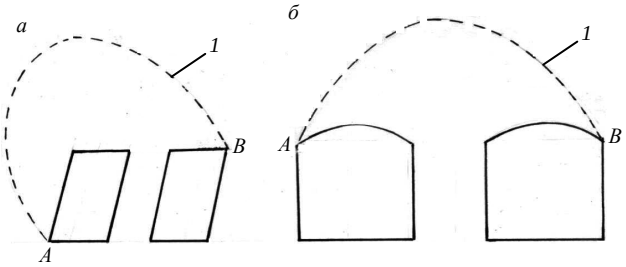


Рис. 2. Схемы к расчету устойчивости камер и междукамерных целиков:
1 – линии, ограничивающие положение наиболее слабой линии

ный порядок нахождения КЗУ подземных выработок и их систем далеко не совершенен. Однако при всех его недостатках представляется возможность получить сравнительную количественную оценку степени устойчивости подземных выработок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Резников М. А. Вариационный метод в расчетах устойчивости горных выемок и сооружений. Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, Deutscland.
2. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике / пер. с англ. Т. 1. М.: Мир, 1986.

Поступила в редакцию 14 июня 2013 г.

Резников Михаил Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики. 455000, Магнитогорск, просп. Ленина, 38, Магнитогорский государственный технический университет. E-mail: Reznikotkos@mail.ru

УДК 338.5:658

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ КОМПАНИИ

Л. А. Мочалова, В. В. Юрак

Проведена систематизация существующих методов управления стоимостью компании, в результате которой разработан авторский подход к управлению стоимостью предприятия. Практическая значимость авторского подхода обусловлена более высокой оперативностью в управлении процессом создания стоимости на базе определения необходимости принятия менеджментом либо поступательных мер, либо кардинальных.

Ключевые слова: *управление стоимостью бизнеса; методы управления стоимостью бизнеса; факторный анализ; цикл управления стоимостью бизнеса*.

Управление стоимостью бизнеса включает в себя два аспекта: управление рыночной стоимостью и управление внутренней стоимостью предприятия. Согласно ст. 3 Федерального закона от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в РФ», под рыночной стоимостью объекта оценки понимается «наиболее вероятная цена, по которой данный объект оценки может быть отчужден на открытом рынке в условиях конкуренции, когда стороны сделки действуют разумно, располагая всей необходимой информацией, а на величине цены сделки не отражаются какие-либо чрезвычайные обстоятельства». Ученые в своих исследованиях внутреннюю стоимость бизнеса, как правило, определяют как стоимость, которой компания могла бы обладать на рынке в случае полного информирования всех заинтересованных сторон обо всех аспектах и перспективах развития бизнеса. Отсюда следует, что различие между рыночной и внутренней стоимостью заключается в восприятии менеджерами и рынком эффективности деятельности компании и состояния ее имущества.

Согласно представленной терминологии, в зарубежных странах уже давно практикуется управление, ориентированное на максимизацию рыночной стоимости. В ряде изданий [1, 2], подготовленных ведущими американскими компаниями, прописана методология стоимость-ориентированного менеджмента, которая направлена на управление рыночной стоимостью компании. Данная методология фактически представляет собой исследование компании с помощью гексаграммы по шести параметрам, которая представлена на рис. 1. Эта гексаграмма является замкнутой и представляет собой цикл управления стоимостью бизнеса. Шесть пронумерованных вершин представляют собой результативные точки оценки стоимости бизнеса, отрезки между ними – этапы управления стоимостью.

Модель данной гексаграммы можно представить следующим образом:

$$E = E_{\mathrm{I}} + \Delta E_{\mathrm{II}} + \Delta E_{\mathrm{III}} + \Delta E_{\mathrm{IV}} + \Delta E_{\mathrm{V}} + \Delta E_{\mathrm{VI}},$$

где E – стоимость бизнеса в конце цикла управления; E_{I} – рыночная стоимость бизнеса в начале цикла управления; ΔE_{II} – разрыв между рыночной и внутренней стоимостями; ΔE_{III} – приращение внутренней стоимости в результате внутренних улучшений; ΔE_{IV} – приращение внутренней стоимости в результате внутренних улучшений и отъединения; ΔE_{V} – приращение внутренней стоимости в результате роста, внутренних улучшений и отъединения; ΔE_{VI} – приращение внутренней стоимости в результате финансового конструирования.

Согласно [3], стоимостью бизнеса можно управлять исходя из анализа чувствительности показателя стоимости к факторам ее создания. В основу данного метода управления стоимостью положен принцип разбиения ключевых факторов стоимости на составляющие, на которые проще воздействовать (нефинансовые факторы). Ключевыми факторами стоимости обычно выступают качественные

характеристики деятельности предприятия: например, одни специалисты выделяют ценовую политику, состояние производственных мощностей, уровень конкуренции в отрасли, надежность поставщиков, нормативные акты, издаваемые государством, общеэкономическую ситуацию в стране, другие – деловую репутацию, идеологию предприятия, его стиль, открытость, влияние на психологические отношения, складывающиеся между

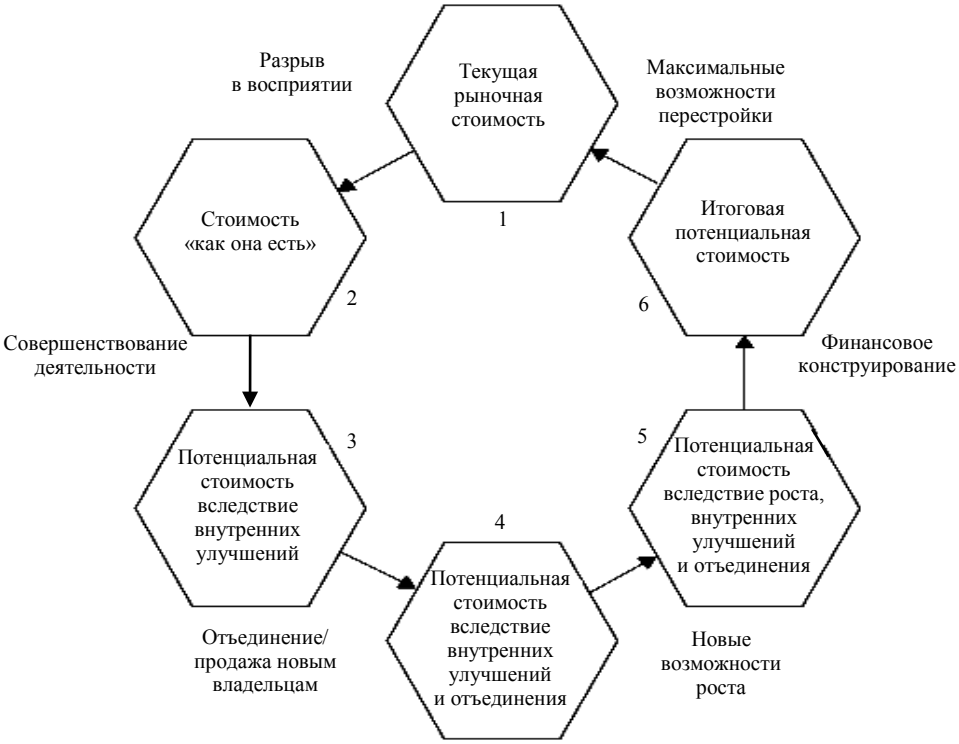


Рис. 1. Цикл управления стоимостью бизнеса McKinsey & Company [1]

людьми, влияние на экологию [4, 5].

Еще один отечественный исследователь И. А. Егерев в своей работе [6] предлагает подойти к управлению стоимости на основе процессного подхода в связи с трудоемкостью задачи управления стоимостью компании как единого объекта. Он предлагает разбить процесс управления стоимостью на управление стоимостями, аккумулирующими итоговую стоимость бизнес-единиц. Из данных бизнес-единиц стоит выстроить иерархию по значимости для функционирования бизнеса в целом. Иерархию бизнес-единиц можно представлять как иерархию факторов, а стоимости бизнес-единиц – как факторы итоговой стоимости бизнеса.

Многие ученые-экономисты в своих работах не исключают также способность управления стоимостью бизнеса (предприятия) посредством BSC (Balanced Score Card) – сбалансированной системы показателей, которая представляет собой систему стратегического управления, позволяющую переводить миссию и общую стратегию предприятия в систему показателей.

Данный подход к управлению деятельностью предприятия в 1992 г. предложили Роберт Каплан и Дэвид Нортон. В качестве результата внедрения BSC они рассматривали создание организации, ориентированной на выполнение стратегии. В дальнейшем исследователи в области стоимости бизнеса показали возможность использования системы BSC в целях ориентации на выполнение главной стратегической цели – максимизации стоимости бизнеса (предприятия).

BSC базируется на следующих принципах:

– причинно-следственная связь между всеми показателями;

– корреляция итоговых показателей по окончании определенного периода с показателями оперативной деятельности;

– связь всех показателей с финансовыми

показателями в разрезе определенных перспектив.

Следующий подход к управлению стоимостью организации связан с концепцией EVA (Economic Value Added) – экономической добавленной стоимости. Ее автор Стюарт Штерн не остановился на своих достижениях в создании показателя EVA и разработал целую «Систему управления на основе показателя EVA (EVA-based management)». Данная система появилась как результат развития концепции Value based management.

Система управления, имеющая в своей основе показатель EVA, характеризуется универсальной базой для принятия решений основным и вспомогательным персоналом, а также позволяет моделировать, реализовывать, контролировать и оценивать принимаемые решения в едином ключе: добавление стоимости к инвестициям акционеров.

Целью системы управления на базе показателя EVA является рост стоимости предприятия. Эта концепция основывается на следующих принципах:

– инвесторы вкладывают капитал с целью получения дохода;

– цель основания предприятия – получение дополнительного дохода;

– персонал предприятия ориентирован на увеличение стоимости для акционеров посредством системы мотивации сотрудников.

В основе системы лежит показатель EVA, рассчитанный по определенной формуле. При обособлении факторов, влияющих на показатель EVA, а именно чистая операционная прибыль после уплаты налогов и стоимость капитала, появляется возможность создания дерева целей компании и распределения ответственности за их достижение.

Концепции EVA и BSC базируются на одной методической платформе – системе ключевых показателей эффективности KPI (key performance indicators), которая является продолжением развития концепции MBO (Management by Objectives) – управления по целям.

Подход к управлению предприятием по целям MBO (Management by Objectives) представляет собой один из вариантов управления и мотивации сотрудников. Непосредственным создателем системы MBO является Питер Друкер. Подход MBO основан на принципе установления в начале каждого периода определенных задач на всех уровнях управления предприятием. Результат достижения этих задач имеет прямую взаимосвязь с размером премии сотрудников.

Питер Друкер также заложил основу зарождения современной концепции «управления по целям» – системы KPI, задачей которой становится определение нужных для бизнеса моделей ключевых показателей эффективности. Ключевые показатели эффективности (KPI) – система оценки, позволяющая предприятию определить степень достижения стратегических и тактических целей. Их использование дает предприятию возможность оценить свое состояние и помощь в оценке реализации стратегии. KPI позволяет производить контроль деловой активности сотрудников и бизнеса в целом в реальном времени.

Основная сложность при применении системы показателей эффективности состоит в обосновании их выбора. За всю историю менеджмента разработано колоссальное количество показателей, измеряющих различные аспекты деятельности предприятия. Однако при управлении всегда необходимо учитывать тот факт, что ресурсы, которые имеются в распоряжении организации, всегда ограниченны, и, следовательно, необходимо фокусировать усилия на тех альтернативах, которые смогут обеспечить наибольшую выгоду в соответствии с разработанной стратегией. Соответственно и показатели следует выбирать исходя из стратегического фокуса, то есть те, которые позволяют контролировать наиболее важные для реализации стратегии аспекты деятельности.

Еще один подход, позволяющий управлять стоимостью предприятия, – это TPS (Total Performance Scorecard) – универсальная система показателей. Данный подход явился результатом синтеза и развития концепций BSC (система сбалансированных показателей), TQM (тотальное качество) и Performance Management (управление результативностью).

Согласно [7] TPS объединяет в себе определенную философию и набор правил, формирующих базу как для непрерывного совершенствования процессов, так и для со-

вершенствования отдельных работников. Она основывается на изменениях индивидуального и коллективного поведения, возникающих благодаря обучению. TPS направлена на максимальное развитие личности всех сотрудников предприятия и оптимальное использование их возможностей для достижения самых высоких показателей. Основа TPS – личное видение сотрудниками своего будущего и общая мечта о будущем предприятия. Точкой отсчета в этой концепции считаются цели личности. Первым шагом является обучение и определение личных устремлений сотрудников, их личных целей. Затем личные цели сопоставляются с индивидуальным поведением и общим видением организации. Формула TPS: процесс непрерывного совершенствования + непрерывное развитие + непрерывное обучение. Для непрерывного совершенствования в TPS используется цикл Деминга PDCA (Plan, Do, Check, Act) – планируйте (разрабатывайте план совершенствования); делайте (выполняйте этот план в небольшом масштабе); проверяйте (анализируйте результаты деятельности по совершенствованию); воздействуйте (применяйте опробованные усовершенствования в полном объеме). Суть управления согласно циклу Деминга сводится к изменению целей, планов, формированию новых плановых мероприятий и пр. по итогам проверки выполненных работ. Циклу Деминга уделяется большое внимание и в TQM, и в управлении по процессам.

Предлагается объединить весь имеющийся опыт и систематизировать методы управления стоимостью компании в зависимости от того, как чувствует себя компания в момент оценки непрерывного процесса управления стоимостью: недооценена она или переоценена со стороны потенциальных инвесторов и рынка в целом. Схематично система управления стоимостью представлена на рис. 2.

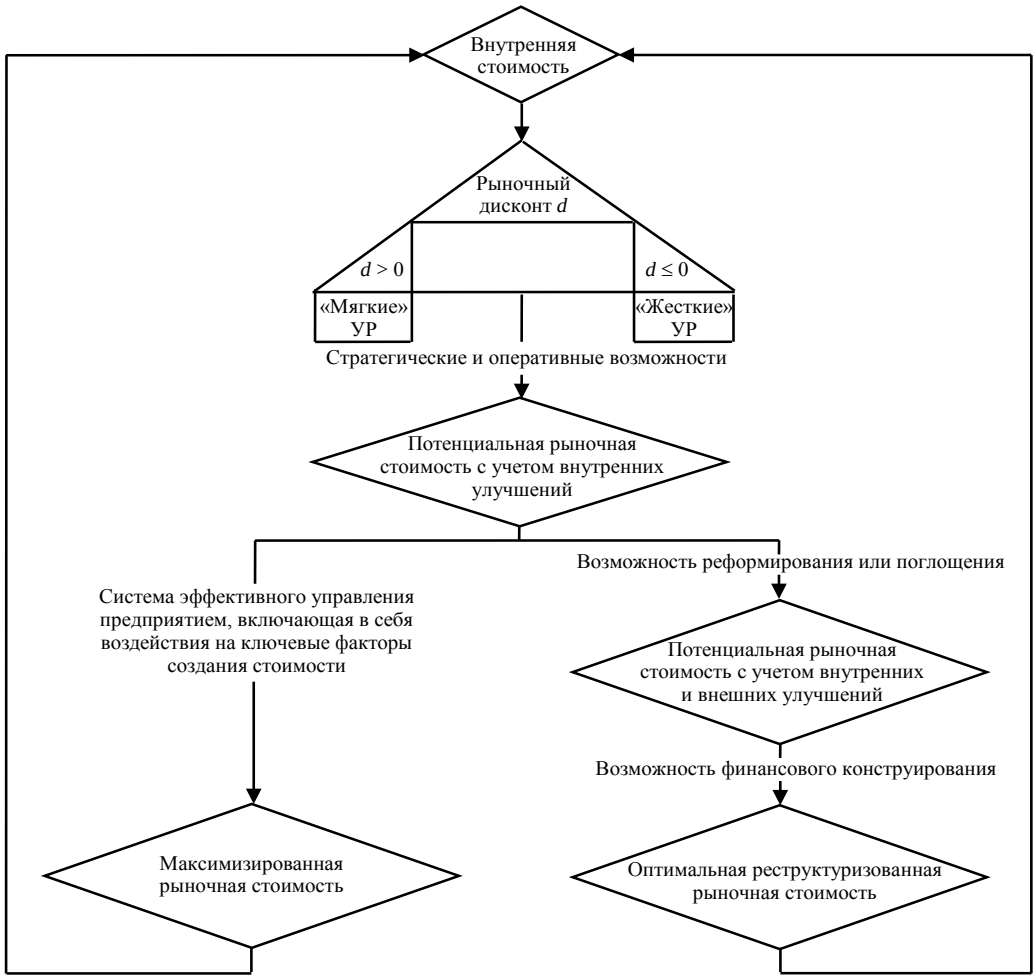


Рис. 2. Схема управления стоимостью компании

Как видно из рис. 2, требуется использование двух главных методик управления стоимостью: одна из них – упрощенный цикл, представленный в работе [1], вторая –

неизменный факторный анализ. Данный алгоритм включает в себя следующие важные этапы: определение внутренней стоимости предприятия; расчет рыночного дисконта *d* и, как следствие, расчет рыночной стоимости бизнеса (предприятия), а также определение соответствующего варианта управленческого решения (УР) на базе его величины с целью максимизации рыночной стоимости предприятия.

Модель данной системы поможет более оперативно управлять процессом создания стоимости и будет сигнализировать о необходимости принятия менеджментом либо «мягких», поступательных мер, либо «жестких», кардинальных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коупленд Т., Коллер Т., Муррин Д. Стоимость компаний: оценка и управление. М.: Олимп-Бизнес, 1999. 564 с.

2. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. Measuring and managing the value of companies / McKinsey & Company; Published by JohnWiley & Sons, Inc., Hoboken. New Jersey. Published simultaneously in Canada. 2010. 837 p.

3. Скотт М. К. Факторы стоимости: руководство для менеджеров по выявлению рычагов создания стоимости: пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2000. 427 с.

4. Концепция управления стоимостью предприятия URL: http://www.job.bkt.ru.

5. Школьников Ю. В. Выступление на конференции // Инвестиционные возможности России. URL: http://www.ivr.ru

6. Егерев И. А. Стоимость бизнеса: искусство управления: учеб. пособие. М.: Дело, 2003. 480 с. URL: http://www.rusconsult.ru

Поступила в редакцию 18 июня 2013 г.

Мочалова Людмила Анатольевна – доктор экономических наук, доцент кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: ief.etp@ursmu.ru

Юрак Вера Васильевна – аспирантка. 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29. Институт экономики УрО РАН. E-mail: vera_yurak@mail.ru

УДК 330.15

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ВОЗМОЖНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПО УТИЛИЗАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА: РОЛЬ ГОСУДАРСТВА И МАЛОГО БИЗНЕСА

А. Г. Шейкин, Т. Ю. Жарова

Предметом работы является анализ проблем и возможных управленческих решений при реализации проектов по утилизации попутного нефтяного газа. Цель работы – выявление роли государства и малого бизнеса. В статье анализируются проблемы нерационального использования попутного нефтяного газа, рассматривается действующая законодательная база в области регулирования процесса утилизации ПНГ и приводятся предложения по ее усовершенствованию. Приведен расчет штрафных выплат за сжигание попутного газа. Показаны роль малого нефтяного бизнеса в решении проблемы утилизации ПНГ и необходимость государственной поддержки малых и средних нефтяных компаний.

Ключевые слова: *попутный нефтяной газ (ПНГ); государственное регулирование; малые нефтяные компании (МНК); экономическое стимулирование; законодательная база; сжигание; утилизация*.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – ценнейшее углеводородное сырье наряду с нефтью и природным газом. В эпоху нарастающего дефицита энергоносителей рациональное использование попутного нефтяного газа является неотъемлемой частью эффективного энергопользования и одним из важнейших показателей уровня промышленного развития страны.

Стандартом для нефтяных компаний в развитых странах является утилизация 90–95 % добываемого попутного нефтяного газа, в то время как в России, даже по официальным данным, сжигается около 30 % этого углеводородного сырья и лишь 27 % перерабатываются на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ) (рис. 1). Сжигание ПНГ – это более

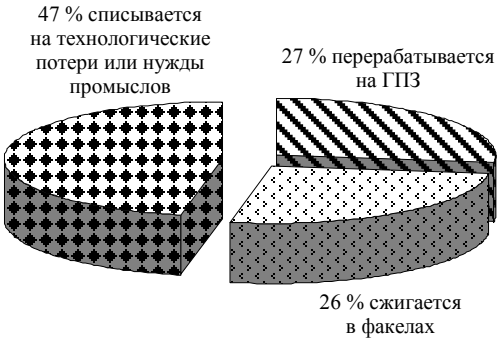


Рис. 1. Использование ПНГ в Российской Федерации

полумиллиона тонн вредных выбросов в атмосферу в России и странах СНГ ежегодно и миллиарды долларов упущенной выгоды.

Упущенная выгода от каждого не вовлеченного в сферу переработки 1 млрд м^3 попутного газа эквивалентна потере товарной массы на сумму 270 млн дол. При этом потери бюджета составляют порядка 35 млн дол. По оценкам компании «Метапроцесс», в России рациональное использование сжигаемого ПНГ позволило бы ежегодно получать 16,7 млн т метанола, или 12,5 млн т синтетической нефти, или 70 тыс. ГВт электроэнергии, или 5,5 млн т олефинов. По подсчетам Министерства природных ресурсов РФ, суммарный эффект от переработки попутного нефтяного газа в Российской Федерации мог бы составить 362 млрд р. в год [1].

Основные потери нефтяного газа формируются за счет малых и средних удаленных месторождений, доля которых в мире продолжает стремительно увеличиваться. Однако организация сбора газа с таких месторождений по схемам, предложенным для строительства крупных газоперерабатывающих заводов, является весьма капиталоемким мероприятием, требует значительного времени для реализации, не позволяет утилизировать нефтяные газы концевых ступеней сепарирования и фактически неприменима к территориально разобщенным малым и средним месторождениям. Кроме того, производители ПНГ сталкиваются с проблемой доступа к газотранспортной системе ОАО «Газпром» и монополией на покупку газа ОАО «СИБУР», а себестоимость добычи и подготовки попутного газа намного выше природного [2, 3]. Также существует проблема эффективного государственного регулирования процесса утилизации попутного нефтяного газа.

Начиная с 2000 г. в РФ рассматривалось множество вариантов предложений по мерам административного воздействия, сопровождающихся штрафными санкциями, среди которых следует выделить:

– полный запрет добычи нефти, сопровождающийся сжиганием ПНГ;

– запрет реализации проектов разработки месторождений, если они не предусматривают: создание инфраструктуры по сбору и переработке ПНГ, обеспечивающей уровень утилизации нефтяного (попутного) газа не менее определенной для данного месторождения величины; наличие системы учета добычи и использования ПНГ, обеспечивающей полноценный контроль объемов сжигания нефтяного попутного газа;

– заключение новых лицензионных соглашений только при условии включения в соглашение обязательного процента утилизации нефтяного попутного газа [4];

– кардинальное повышение экологических штрафов за сжигание ПНГ;

– штрафные санкции для транспортирующих и газоперерабатывающих организаций за необоснованный отказ в приеме ПНГ на транспортировку и переработку, приведшие к его сжиганию [5].

Мировой опыт показывает, что жесткие штрафные санкции вплоть до изъятия лицензий на разработку нефтяных месторождений, направленные на стопроцентное использование ПНГ, как правило, не применяются. В Казахстане, где такая мера предусмотрена законодательством, нефтедобывающие компании получили трехлетние налоговые каникулы, в течение которых использовались налоговые льготы для инвестиций в создание и развитие инфраструктуры, обеспечивающей сбор и первичную подготовку ПНГ [6].

В Российской Федерации введение полного запрета на сжигание ПНГ связано с угрозой снижения уровня добычи нефти в стране, поскольку ряд месторождений в силу их специфических особенностей (промысловых, географических, экономических и др.) не в состоянии реализовать стопроцентную утилизацию ПНГ. В первую очередь это относится к мелким удаленным месторождениям.

В результате длительных обсуждений постановлением Правительства РФ «О мерах по сокращению загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках» на основании зарубежного опыта был закреплен норматив утилизации ПНГ в 95 % [6].

Повышение штрафных санкций в Российской Федерации за сжигание ПНГ наблюдается с 2005 г., до этого времени в России был установлен низкий, по сравнению с зарубежными странами, уровень штрафов за загрязнение окружающей среды. Одной из мер нормативно-правового характера, направленных на выполнение обязательств по Киотскому протоколу, в 2005 г. было принятие постановления Правительства Российской Федерации «Об увеличении нормативов платы за выбросы отдельных веществ в атмосферу». Согласно указанному постановлению, норматив платы за выбросы в атмосферный воздух метана, в том числе в составе нефтяного (попутного) газа, сжигаемого факельными установками, увеличился с 0,05 до 50 р. за 1 т (в пределах лимитов выбросов) и с 0,25 до 250 р. за 1 т (за сверхнормативные выбросы) соответственно.

8 января 2009 г. вступило в силу постановление Правительства РФ «О мерах по сокращению загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках», предполагающее увеличение штрафов за сверхлимитные выбросы при сжигании ПНГ [7].

Расчет штрафов по попутному газу является достаточно сложной процедурой, предусмотренной «Порядком определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды».

Расчет штрафов проводится индивидуально по каждому месторождению, для групп месторождений, после чего рассчитывается общая сумма штрафов за определенный период. Объем выделившегося попутного газа определяется замерными установками или путем расчетов, после чего проводятся расчеты объема вредных веществ, содержащихся в газе (метан, сажа и т. д.) Для каждого элемента предусмотрен коэффициент для подсчета его объема в составе газа, который применяется в случае выделения сажи, и другие (уменьшенные) коэффициенты для тех же элементов в случае бессажевого горения. Так как законодательством предусмотрена утилизация

95 % и 5 % – нормативный объем сжигания, то расчет платы за загрязнение окружающей среды осуществляется отдельно в пределах установленного норматива сжигания газа (5 %) и сверх норматива (> 5 %).

Итоговое значение сверх норматива достигается умножением показателя объема вредного вещества в объеме сожженного ПНГ на каждый из коэффициентов, в расчетах сверхлимитного сжигания на сегодняшний день применяется дополнительный коэффициент к объему 25.

При расчете применяются коэффициенты:

– коэффициент, учитывающий экологический фактор $K_э$ (1,2);

Таблица 1

Пример расчета штрафных выплат в 2010 г. в пределах норматива (5 %) сжигания попутного газа

Код	Вещество	Объем вредных веществ в ПНГ, т	Норматив, р./т	$K_э$, р./т	$K_р$, р./т	$K_{у.н.п}$, р./т	Плата, р.
301	Азот (IV) оксид (азота диоксид)	3,424	52	1,2	2	1,48	632,4617
304	Азот (II) оксид (азота оксид)	21,072	35	1,2	2	1,48	2619,664
328	Углерод (сажа)	28,965	80	1,2	2	1,21	6729,207
337	Углерода оксид	404,103	0,6	1,2	2	1,48	861,2247
380	Углерода диоксид	23 560,842	0	1,2	2		0
415	Смесь углеводородов предельных С1–С5	70,641	50	1,2	2	1,21	10 257,02
416	Смесь углеводородов предельных С6–С10	1,259	50	1,2	2	1,21	182,7669
703	Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	2,4	2 049 801	1,2	2	1,48	1,747172
Всего предельно допустимых выбросов			24 090,3	Плата за предельно допустимые выбросы, тыс. р./год			21 284,09

– коэффициент районирования (для районов Крайнего Севера и приравненных к ним) $K_р$ (2);

– коэффициенты увеличения нормативов платы $K_{у.н.п}$ (1,48 и 1,21).

Таблица 2

Пример расчета штрафных выплат сверх норматива в 2010 г.

Код	Вещество	Объем вредных веществ в ПНГ, т	Норматив, р./т	$K_э$, р./т	$K_р$, р./т	$K_{у.н.п}$, р./т	Дополнительный норматив, р.	Плата, р.
301	Азот (IV) оксид (азота диоксид)	64,34	52	1,2	2	1,48	25	297 098,9
304	Азот (II) оксид (азота оксид)	395,94	35	1,2	2	1,48	25	1 230 587
328	Углерод (сажа)	544,26	80	1,2	2	1,21	25	3 161 045
337	Углерода оксид	7593,10	0,6	1,2	2	1,48	25	404560,3
380	Углерода диоксид	442708,24	0	1,2	2		25	0
415	Смесь углеводородов предельных С1–С5	1327,34	50	1,2	2	1,21	25	4818236
416	Смесь углеводородов предельных С6–С10	23,65	50	1,2	2	1,21	25	85854,76
703	Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	0,00	2 049 801	1,2	2	1,48	25	820,7338
	Всего сверхлимитных выбросов		452 656,9	Плата за сверхлимитные выбросы, норматив × 25, тыс. р./год				9 998 203

Всего выбросов, т/год (предельно допустимые + сверхнормативные): 476 747,2

Итого плата, р./год: 10 019 487

– дополнительный повышающий коэффициент, применяемый с 2008 г. (25) [8].

Пример расчета суммы штрафных выплат

для одного из месторождений ХМАО – Югры в 2010 г. представлен в табл. 1, 2. На данном месторождении применяется 3 %-ная утилизация ПНГ, остальной объем попутного газа сжигается на факельных установках.

Согласно постановлению Правительства РФ, с 1 января 2012 г. недропользователям предписывается при расчете к нормативам платы применять дополнительный коэффициент, стимулирующий хозяйствующих субъектов к сокращению загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания ПНГ на факельных установках, равный 4,5. При отсутствии средств измерения и учета, подтверждающих фактический объем образования, использования и сжигания на факельных установках попутного нефтяного газа, значение указанного дополнительного коэффициента принимается 6 [7].

С учетом изложенного сумма штрафа для представленного случая одного из месторождений ХМАО – Югры при тех же условиях составила в 2012 г. 45 013 197,59 р., а при отсутствии средств измерения и учета 60 010 502,09 р.

Таким образом, штрафные выплаты по рассмотренному примеру при условии сохранения объемов добычи и объемов утилизации

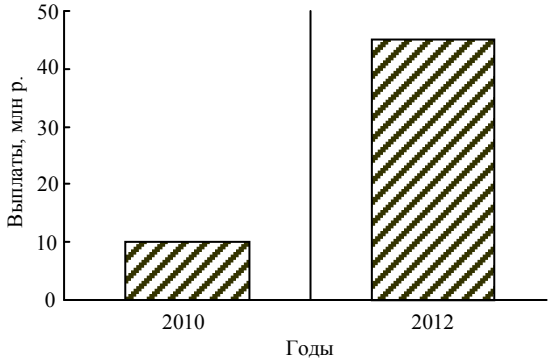


Рис. 2. Повышение штрафных выплат за сжигание ПНГ для одного из месторождений ХМАО – Югры

ПНГ 3 %, объемов сжигания и том же составе газа в 2012 г. увеличились минимум на 34 993 710 р. по сравнению с 2010 г. (рис. 2).

Недропользователи выступают против применения жестких административных санкций. Компромисс между государством и нефтяными компаниями до сих пор не найден. Решение государства о повышении штрафов не удовлетворяет нефтяные компании. В то же время те предложения, которые вносят нефтяные компании по решению проблемы, не считаются оптимальными на государственном уровне.

Крупным нефтяным компаниям выгодно заниматься утилизацией ПНГ, если объем его добычи не менее 1 млрд м^3 в год, однако таких месторождений не так много. Основные объемы сжигания попутного газа приходятся на средние и малые месторождения, удаленные от развитой инфраструктуры. Опыт ряда стран свидетельствует о том, что ключом к решению проблем ПНГ для относительно небольших объектов является допуск малого и среднего бизнеса к решению проблем утилизации попутного газа и создание благоприятных условий для его работы [2].

Нефтегазовая компания может сотрудничать с сервисной компанией на основе двух организационных схем:

– аутсорсинг: компания не занимается утилизацией ПНГ и передает эту деятельность малому предприятию;

– совместные предприятия: обе стороны инвестируют и распределяют доходы и риски.

Необходимо отметить, что интеграция усилий крупных компаний с малым бизнесом на основе субподрядов и механизмов аутсорсинга представляется важным элементом механизма развития высокоэффективного нефтяного рынка.

Финансирование и реализация проектов утилизации ПНГ с привлечением специализированной сервисной компании может реализовываться в форме аутсорсинга (продажа ПНГ). Однако в современных условиях в России еще не сформирован рынок соответствующих услуг, что не отвечает мировой практике. Поэтому необходима разработка мер экономического стимулирования и поддержки формирования, развития и функционирования специализированных сервисных компаний [3].

Дальнейшее развитие комплекса малого нефтяного бизнеса (МНБ) как в добыче, так и в сфере сервисных услуг сдерживается многими объективными причинами, которые не преодолеть компаниям без интеграции. В частности, остро сказывается отсутствие должной инфраструктуры и равноправного доступа к транспортным объектам, также наблюдается отсутствие стимулов экономи-

ческого характера: льготного кредитования и налоговых преференций. В связи с этим возникает потребность в создании центра общего финансового и технологического регулирования функционирования малых нефтяных компаний.

Интеграция в исследуемой сфере позволит существенно закрепить хозяйственные связи между отдельными компаниями, найти более действенные стимулы для получения эффективного конечного результата, объединить имеющиеся ресурсы для осуществления целенаправленной технической политики и решения задач использования производственной и социальной инфраструктуры [1].

Слабым звеном в государственном регулировании нефтяной отрасли является отсутствие действенных косвенных методов, т. е. стимулирующих механизмов, побуждающих компании модернизировать производства, активно внедрять технологии интенсификации добычи нефти, производить продукцию с большей долей добавленной стоимости и ценности (для нефтеперерабатывающего сегмента нефтегазового комплекса).

Предлагается в экономической политике государства активно использовать стимулирующие функции налогового и кредитно-денежного методов госрегулирования для развития МНБ на основе механизмов государственно-частного партнерства. Под принципами государственно-частного партнерства подразумевается в первую очередь совместное вложение средств в производственную и транспортную инфраструктуру, а также обеспечение государственных гарантий при получении кредитов на развитие производств и инновационных технологий. Государственно-частное партнерство может частично решить проблему нехватки инфраструктуры для транспортировки попутного газа к местам переработки.

Под стимулирующими инструментами налогового метода подразумеваются такие инструменты, которые принципиально влияют на особенности реализации инвестиционных проектов в нефтяном комплексе и в частности в сфере утилизации ПНГ: обоснованное изменение порядка расчета налоговых баз; обоснованное изменение размеров налоговых ставок; разработка специальных налоговых режимов.

Направления совершенствования инструментов кредитно-денежного метода подразделяются на формирование специализированных отраслевых кредитных институтов либо межотраслевых; разработку кредитных продуктов, актуальных для долгосрочных и капиталоемких инвестиционных проектов; разработку институтов и механизмов обеспечения кредитов [9].

Для малых нефтяных компаний, впрочем как и для крупных холдингов, использование киотских механизмов могло бы способствовать привлечению дополнительных инвестиций в ресурсосберегающие и энергосберегающие проекты, позволяющие снижать выбросы CO_2, CH_4, N_2O [10].

В рамках киотских механизмов Россия обладает возможностями, позволяющими эффективно реализовывать проекты по утилизации ПНГ с применением проектов совместного осуществления [11]. Правда, на настоящее время остается открытым вопрос об участии России во втором периоде обязательств по Киотскому протоколу после 2012 г.

Необходимо также отметить, что процедура подготовки проектов совместного осуществления является довольно сложным и длительным процессом. Например, необходимо оформить по международным стандартам проекты совместного осуществления, получить международное одобрение и одобрение российской стороны и заключить с покупателем договор о покупке единиц сокращения выбросов, тех сокращений выбросов, которые будут получены в результате реализации проектов (переведенных в CO_2-эквивалент) [12].

Оптимальным вариантом принятия мер в рамках государственного регулирования, направленного на снижение сжигания ПНГ в Российской Федерации, представляется поэтапный план действий, предполагающий на первом этапе определение в системе органов исполнительной власти единого федерального органа для обеспечения повышения эффективности контроля за исполнением законодательства, лицензионных соглашений в части утилизации ПНГ и неизбежности наказаний за их неисполнение. То есть на первом этапе необходимо усиление контроля и повышение

ответственности недропользователей за соблюдение условий лицензионных соглашений, что отчасти реализовано.

На втором этапе предполагается разработать систему эффективного государственного стимулирования утилизации ПНГ. В первую очередь, необходимо разработать механизм стимулирования недропользователей, применяющих новейшие технологии и оборудование для повышения уровня утилизации нефтяного газа и выполняющих требования лицензионных соглашений по утилизации нефтяного газа.

На третьем этапе предполагается осуществить совершенствование законодательства путем внесения изменений в существующую законодательную базу, разработать специальную, посвященную попутному нефтяному газу главу, которая закрепляла бы на законодательном уровне все меры, принятые в отношении добычи и утилизации ПНГ.

В законе РФ «О недрах» следует закрепить основные требования к добыче и утилизации попутного нефтяного газа. Кодекс РФ об административных правонарушениях следует дополнить правонарушениями за невыполнение установленных требований по определению количества и качества нефтяного газа, невыполнение требований к применяемым средствам измерения (приборам учета) нефтяного газа, сверхнормативное сжигание нефтяного газа на факелах.

Следует разработать и принять долгосрочную государственную программу по рациональному использованию попутного нефтяного газа, в том числе по каждому субъекту федерации, которая должна предусматривать развитие газоперерабатывающих производств и транспортных магистралей с учетом обеспечения приема на переработку и транспортировку всего объема извлеченного из недр нефтяного газа от всех нефтяных компаний, включая независимых производителей.

Для поддержки рационального использования ПНГ необходимо развитие эколого-экономического стимулирования природопользования, которое включает следующие направления:

– налогообложение;

– финансово-кредитный механизм природоохранной деятельности;

– ценовая политика;

– государственная поддержка предприятий, производящих природоохранное оборудование и контрольно-измерительные приборы;

– создание системы экологической сертификации;

– формирование рынка экологических работ и услуг;

– проведение политики торговли правами на загрязнения;

– введение ускоренной амортизации основных фондов, предназначенных для переработки ПНГ;

– лицензирование использования природных ресурсов.

К потенциальным внутренним и внешним источникам привлечения инвестиций на реализацию проектов по утилизации и переработке ПНГ в России можно отнести:

– финансовые средства хозяйствующих субъектов, прежде всего нефтегазовых и газохимических компаний;

– заемный и акционерный капитал компаний;

– государственную поддержку для проектов, имеющих стратегическое значение (в том числе финансирование реализации инфраструктурных проектов);

– средства иностранных компаний, например через создание совместных предприятий;

– средства международных финансовых организаций (Мирового банка, ЕБРР);

– иностранные инвестиции через применение механизмов Киотского протокола [9].

Анализ ситуации в России, а также рассмотрение зарубежного опыта позволяет считать, что на федеральном уровне, наряду с контролем за использованием ПНГ, должны быть приняты меры, прежде всего экономические, направленные на поддержку предприятий, реализующих проекты по переработке и использованию ПНГ. Эффективной мерой является привлечение сервисных компаний к решению проблемы полезного использования попутного нефтяного газа. Отсутствие внимания к решению проблемы эффективного использования ПНГ должно караться различными способами – штрафами, приостановлением или прекращением действия лицензий на природопользование, лишением налого-

вых льгот и др. Необходимо сбалансировать поощрительные и карательные меры, чтобы предприятие считало для себя единственно правильным и экономически рентабельным действием утилизацию ПНГ без его сжигания. Учитывая зарубежный опыт и сложные географические условия многих месторождений, необходимо также предусмотреть вариант, когда в конкретных условиях какого-либо месторождения ПНГ экономически невыгодно утилизировать, и это не должно вызывать со стороны государства карательных мер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Книжников А. Ю., Пусенкова Н. Н. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России // Рабочие материалы ежегодного обзора проблемы в рамках проекта ИМЭМО РАН и WWF России «Экология и Энергетика. Международный контекст». 2009. Вып. 1.

2. Корзун Е. В. Стратегия устойчивого развития средних и малых нефтегазовых компаний. СПб.: СПГГИ (ТУ), 2003. 255 с.

3. Как потушить факелы на российских нефтепромыслах: институциональный анализ условий комплексного использования углеводородов (на примере попутного нефтяного газа) / В. А. Крюков [и др.]. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2008. 340 с.

4. Миловидов К. Н., Калашникова Т. В. Организация и управление сервисным сектором в разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений (мировая практика): учеб. пособие. М.: Нефть и газ, 2005. 139 с.

5. Друкер П. Ф. Эффективное управление. Экономические задачи и оптимальные решения / пер. с англ. М. Котельниковой. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. 488 с.

6. Карасев В. Н. Нормативно-правовая база – основа рационального использования попутного газа // Газовый бизнес. 2008. № 3. С. 6–18.

7. Коробова Н. Л. До ощутимого эффекта от работы Киотского протокола еще очень далеко // Нефтегазовая вертикаль. 2008. № 21. С. 54–64.

8. Волков Д. И. Выбор модели оптимизации системы поставок для газопроводного транспорта РФ // Нефть и капитал. 2008. № 6. С. 46–52.

9. Караганов В. В. Чтобы повысить эффективность использования попутного газа, революционные подходы не нужны // Нефть и капитал. 2007. № 11. С. 78–85.

10. Лим Б. Для расширения мощностей по переработке НПГ нужны условия // Нефтегазовая вертикаль. 2007. № 21. С. 46–52.

11. Череповицын А. Е. Экономические оценка «углеродных» инвестиций в контексте Киотского протокола // Проблемы современной экономики. 2008. № 1 (25). С. 183–186.

12. О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках: постановление Правительства РФ от 8.01.2009, № 7. URL: http://www.innovbusiness.ru.

Поступила в редакцию 19 июня 2013 г.

Шейкин Артем Геннадьевич – кандидат экономических наук, докторант кафедры менеджмента. 190103, г. Санкт-Петербург, Лермонтовский просп., 44, Университет управления и экономики. E-mail: udprf78@gmail.com

Жарова Татьяна Юрьевна – аспирант кафедры организации и управления. 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я линия, 2, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». E-mail: tanushka1320@yandex.ru

УДК 502.3

УСЛОВИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ «ЗЕЛЕНОЙ» ЭКОНОМИКИ

Л. А. Мочалова, Я. В. Терновский, А. В. Борисов

Обусловлена необходимость выхода из глобального техногенного кризиса и предотвращения гибели человеческой цивилизации путем перехода к модели устойчивого развития. Характеризуются условия практической реализации концепции устойчивого развития и формирования правильной, «зеленой» экономики. Рассматриваются направления совершенствования инструментария государственного экономического регулирования экологической деятельности.

Ключевые слова: *человеческая цивилизация; глобальный техногенный кризис; концепция устойчивого развития; «зеленая» экономика.*

Исследования состояния окружающей среды в мире показывают, что человечество в настоящее время живет в условиях глобального техногенного кризиса, который охватывает социальную, экологическую и экономическую сферы жизни и может привести к гибели земной цивилизации.

Ученые утверждают, что в истории Земли уже были случаи гибели человеческих цивилизаций. Ярким тому примером являются сведения, связанные с исчезновением высокоразвитой атлантической цивилизации. Справедливости ради нужно сказать, что в большей степени описания жизни на острове Атлантида больше напоминают легенды, предания, мифы, однако, как говорится, «дыма без огня не бывает». Атлантическая цивилизация вероятнее всего была в реальности и погибла, как утверждают ученые, от природной катастрофы.

Гипотезу о гибели Атлантиды по причине природной катастрофы впервые развил в 1882 г. основатель атлантологии И. Донелли. Но наиболее полно она представлена в книгах современного атлантолога Ф. Джозефа, который называет четыре глобальных природных, космическо-геологических катастрофы – 3100, 2200, 1628 и 1198 гг., – приведшие в конечном итоге к исчезновению Атлантиды. Все они, по мнению ученого, связаны с гравитационным воздействием комет и падением на Землю космических тел – метеоритов.

Однако интересно то, что среди предполагаемых причин гибели человеческих цивилизаций ученые называют не только природные, но и техногенные, и социальные факторы. Известный физик Дж. Фарелл доказывает гипотезу техногенной катастрофы, которая произошла на земном шаре 10–12 тыс. лет назад. Он утверждает, что «египетские пирамиды были частью гигантского военного эксперимента по созданию лучевого оружия невообразимой мощности – эксперимента, который закончился глобальной катастрофой» [1]. Ученый обосновывает идею существования и исчезновения палеоцивилизации, которая в техническом отношении была равной современной цивилизации или даже превосходила ее.

В. К. Бакшутов отмечает, что «главной тайной, которая заинтриговала человечество в мифе об Атлантиде, является совпадение природной и социальной катастроф, которые постигли атлантов и привели к бесследному исчезновению их цивилизации» [2]. Анализируя историю человеческих цивилизаций, он обращает внимание не только на внешние причины социальных катастроф, связанные с войнами и завоеваниями, в результате которых внешние варвары крушили цветущие цивилизации и выстраивали на их месте отсталые, но и на внутренние. В. К. Бакшутов пишет: «Государства и цивилизации в основном разрушаются внутренними варварами в лице господствующего меньшинства – эксплуататорских классов… Внешние удары только довершают то, что сделано в результате внутреннего перерождения цивилизации в варварство, когда нарушена оптимальная мера между производством и потреблением, коллективизмом и индивидуализмом, человеком и техникой, обществом и природой, богатыми и бедными». Говоря о моральном и социальном разложении жите-

лей Атлантиды, В. К. Бакшутов ссылается на платоновские диалоги «Тимей» и «Критий».

В свою очередь, Ф. Джозеф пишет, что, несмотря на то что жившие на этом острове люди были изначально добродетельными, постепенно стали порочными и жадными. За это боги наказали их, наслав на них «небесный огонь», за которым последовало ужасное наводнение.

Если проводить аналогии между прошлым и настоящим, то можно констатировать внутреннее перерождение современной человеческой цивилизации, испытывающий глобальный техногенный кризис, в варварство. В преамбуле «Повестки дня на XXI век», принятой на Второй конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992) отмечается следующее: «Человечество переживает решающий момент своей истории. Мы сталкиваемся с проблемой увековечения диспропорций как между странами, так и в рамках отдельных стран, обостряющимися проблемами нищеты, голода, ухудшения здоровья населения и неграмотности и с продолжающимся ухудшением состояния экосистем, от которых зависит наше благосостояние» [3]. Т. А. Акимова и Ю. Н. Мосейкин обращают внимание на то, что «в экономике развиваются две противоположные тенденции: глобальный валовой доход растет, а глобальное богатство (ресурсы жизнеобеспечения) уменьшаются… Современная цивилизация имеет очень низкую материальную эффективность при бессмысленной милитаризованности и колоссальном потенциале самоуничтожения… Человек слишком далеко зашел в своем пренебрежении к утратам природы» [4].

В соответствии с Глобальной экологической перспективой (ГЭП-5, GEO-5) [5] – *докладом, подготовленным Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) для Саммита по устойчивому развитию «Рио+20»,* – все системы Земли стремительно движутся к своим биофизическим пределам, при этом имеются свидетельства того, что эти пределы уже близко, а в некоторых случаях даже превышены. Загрязнение воздуха является одной из основных причин преждевременной смертности и проблем со здоровьем, особенно у детей. Загрязнение воздуха твердыми частицами внутри помещений ответственно за почти 2 млн преждевременных смертей в год, в том числе 900 000 случаев смерти среди детей в возрасте до пяти лет. Озон в приземном слое несет ответственность за 700 000 смертей от болезней органов дыхания, более 75 % которых приходится на Азию. Около 20 % видов позвоночных находятся под угрозой. Риск исчезновения кораллов растет быстрее, чем риск исчезновения любой другой группы живых организмов. Их состояние ухудшилось на 38 % по сравнению с 1980 г. Резкое сокращение прогнозируется к 2050 г. С учетом того что более 30 % поверхности Земли используется для сельскохозяйственного производства, некоторые естественные среды обитания сократились более чем на 20 % по сравнению с 1980 г. В последние два десятилетия наблюдается беспрецедентное ухудшение рыбных запасов. Несмотря на некоторые улучшения, качество воды остается основной причиной проблем со здоровьем человека во всем мире. В то же время изменение климата и дальнейший рост населения может привести к еще большей нехватке воды во многих регионах. Качество воды по крайней мере в части большинства крупных речных систем по-прежнему не соответствует стандартам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Более 600 млн человек, как ожидается, не будут иметь доступа к безопасной питьевой воде к 2015 г., а более 2,5 млрд человек будут лишены базовых санитарных условий. Число прибрежных мертвых зон резко возросло в последние годы. Около 80 % загрязнения морской среды связано с деятельностью, осуществляемой на суше. Из 12 морей, обследованных в период между 2005 и 2007 гг., самое большое количество морского мусора было обнаружено в морях юго-востока и севера Тихого океана, восточной Азии и Карибского региона. Некоторый прогресс был достигнут в обеспечении доступа к пище, хотя борьба с опустыниванием и засухой не достигла практически никакого успеха. Конкуренция в спросе на продовольствие, корма, топливо, волокна и сырье усиливает давление на землю, усугубляя процессы обезлесения. Были достигнуты определенные успехи в борьбе с обезлесением на глобальном уровне: ежегодные потери леса снизилась с 16 млн га в 1990 г. примерно до 13 млн га в период между 2000 и 2010 гг. На Аф-

рику, Латинскую Америку и Карибский бассейн вместе приходятся потери более 7 млн га ежегодно в период между 2005 и 2010 гг.

В условиях необходимости поиска путей выхода из системного кризиса неизбежно возникают новые научные концепции, теории и модели развития мира, требующие от человека новой системы знаний и поведения. Их довольно много: достаточно и недостаточно обоснованных, реальных и утопичных, привлекательных для большинства и непривлекательных и т. д. Одной из широко известных концепций дальнейшего развития земной цивилизации является концепция устойчивого развития, появление и развитие которой связано с деятельностью ООН в области охраны окружающей среды.

Само понятие «устойчивое развитие» (англ. *sustainable development*) вошло в обиход с момента опубликования в 1987 г. доклада «Наше общее будущее» Международной комиссии по окружающей среде и развитию, возглавляемой премьер-министром Норвегии Гро Харлем Брундтланд, в котором прозвучал призыв к «новой эре экономического развития, безопасного для окружающей среды» – устойчивому развитию, подразумевающему такую модель социально-экономического развития, при которой достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей без того, чтобы будущие поколения были лишены такой возможности из-за исчерпания природных ресурсов и деградации окружающей среды [6]. Основные направления и задачи практической реализации концепции устойчивого развития определены в итоговых программных документах конференций ООН, посвященных окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992; Йоханнесбург, 2002; Рио-де-Жанейро, 2012).

Приобретая с каждым годом все больше сторонников, концепция устойчивого развития все же смогла сместить глобальный анализ в сторону комплекса экологических и связанных с ними социальных проблем, а также привела к формированию новой общепринятой модели развития цивилизации, которая призвана заменить старую, основанную на антропоцентризме, обогащении, удовлетворении только материальных человеческих потребностей.

По мнению О. В. Афанасьевой [7], наиболее ценным в идеологии устойчивого развития является то, что относится к управлению экономическими, экологическими и социальными рисками. Под устойчивым, поддерживаемым развитием она предлагает понимать управление рисками цивилизации. Она указывает, что начавшийся в 2008 г. глобальный экономический кризис показал поверхностность докризисного интеллектуального «мейнстрима» при осмыслении противоречий современного развития, а также фундаментальную проблему современной экономоцентрической цивилизации. Автор ссылается на высказывания К. Поланьи по поводу того, что «промышленная революция XIX века создала небывалый тип общества, в котором не экономика встраивается в систему социальных связей, а социальные связи – в экономическую систему, и в результате рыночная экономика «пересоздает общество под себя». В этом обществе производство фактически является побочным результатом с точки зрения получения дохода, общественная структура превращается в бесформенное желе, а наша унизительная зависимость от материального, которую человеческая культура всегда стремилась смягчить, намеренно усилена и возведена в ранг главенствующей».

О. В. Афанасьева также отмечает, что страны, создавшие социальное государство, несколько продвинулись в адаптации индустриальной цивилизации к требованиям человеческого существования. Однако фундаментальная проблема осталась, а неолиберальный рыночный фундаментализм очень многое сделал для нового обожествления экономики. Достойной альтернативы экономическому развитию она не видит и среди современных азиатских моделей развития, приводя в пример антиустойчивую китайскую модернизацию, ставящую во главу угла экономический рост и массовое потребление и создающую в самой населенной стране мира современную и притом далеко не самую экологичную экономику.

Рассуждая о важности перехода к модели, Е. А. Тюргашев в [8] выделяет «трех китов» концепции устойчивого развития: поколеноцентризм, предполагающий учет интересов

настоящего и будущего поколений; экономоцентризм, связанный с решением проблемы нищеты; природоцентризм, ориентированный на обеспечение охраны окружающей среды, сохранение экосистем, воспроизводимых природных ресурсов и биоразнообразия. С этой точки зрения, данная концепция в полной мере согласуется с Декларацией тысячелетия ООН [9], официально принятой на Саммите тысячелетия в сентябре 2000 г. В Декларации сформулированы восемь международных целей развития, направленных на ускорение развития путем улучшения социальных и экономических условий в беднейших странах мира, среди которых ликвидация абсолютной бедности или голода, сокращение детской смертности, улучшение охраны материнского здоровья, обеспечение экологической устойчивости и др.

Следует отметить повышение интереса к новой модели развития мира со стороны не только ученых и политиков, но и всей общественности. Этому способствует растущее разочарование в нынешней экономической модели, а также чувство усталости, порожденное сбоями рыночного механизма и многочисленными финансовыми и экономическими кризисами, вызванными нерациональным распределением капитала. Последнее объясняется тем, что социально-экономические стратегии развития поощряли быстрое накопление физического, финансового и человеческого капитала, однако за счет истощения природного капитала. Однако возникает резонный вопрос о практической реализации идеи устойчивого развития, о выгодности экологически ориентированных управленческих решений и возможности получения экономических, экологических и социальных выгод одновременно.

Представителями Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 2011 г. специально для властных структур был подготовлен доклад «Навстречу «зеленой» экономике: путь к устойчивому развитию и искоренению бедности». В нем утверждается, что достижение устойчивости остается важнейшей долгосрочной целью, но ее достижение почти полностью зависит от создания правильной, так называемой, «зеленой» экономики. ЮНЕП определяет «зеленую» экономику как такую экономику, которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, при этом существенно снижая риски для окружающей среды и ее обеднение [10]. «Зеленая» экономика должна заменить «коричневую» экономику, которая характеризуется высокой зависимостью от энергии, извлекаемой из ископаемого топлива, широкомасштабной бедностью, нехваткой пресной воды и продовольствия, истощением природных ресурсов и социальной маргинализацией.

В докладе ЮНЕП отмечается, что «озеленение» мировой экономики сулит человечеству ощутимые и значительные выгоды. В «зеленой» экономике рост доходов и занятости обеспечивается государственными и частными инвестициями, уменьшающими выбросы углерода и загрязнение, повышающими эффективность использования энергии и ресурсов и предотвращающими утрату биоразнообразия и экосистемных услуг. Эти инвестиции необходимо катализировать и поддерживать посредством целевых государственных расходов, реформ в области политики и изменения регулирования. Такой путь развития должен сохранять, увеличивать и где необходимо восстанавливать природный капитал как важнейший экономический актив и источник общественных благ, особенно для бедных слоев населения, источники дохода и защищенность которых зависят от природы.

Доклад ЮНЕП развенчивает ряд мифов о затратах при переходе к «зеленой» мировой экономике; он дает практичные рекомендации представителям власти относительно того, какие реформы необходимы для раскрытия потенциала «зеленой» экономики в области производства и занятости. Относительно самого распространенного мифа о существовании неизбежного противоречия между экологической устойчивостью и экономическим прогрессом говорится, что сегодня имеется достаточно доказательств того, что «озеленение» экономики отнюдь не препятствует созданию материальных благ или рабочих мест и что многие «зеленые» секторы являются прекрасными объектами для инвестирования и источниками роста финансового благополучия и занятости. Однако для перехода к «зеленой» экономике необходимо создание новых

условий, и здесь требуются срочные действия правительств всех стран мира.

В качестве второго мифа ЮНЕП приводит утверждение о том, что «зеленая» экономика – это роскошь, которую могут позволить себе лишь богатые страны, или, что еще хуже, – они делают все, чтобы развивающиеся страны навсегда остались бедными. Доклад «Навстречу «зеленой» экономике» приводит некоторые из множества опровергающих это представление примеров и показывает возможную область их применения. В частности, в докладе доказывается, что «озеленение» не только приводит к увеличению богатства, но и обеспечиваются более высокие темпы роста ВВП; существует неразрывная связь между искоренением бедности и лучшим поддержанием и сохранением являющихся общим достоянием экологических ресурсов, обусловленная тем, что бедные слои населения непосредственно выигрывают от увеличения природного капитала; при переходе к «зеленой» экономике создаются новые рабочие места в количестве, которое со временем превышает число рабочих мест, исчезнувших в «коричневой» экономике.

Переход к «зеленой» экономике в разных странах происходит по-разному. Особенности перехода зависят от специфики природного и человеческого капитала каждой страны и относительного уровня ее развития. Некоторые страны к настоящему времени достигли высоких уровней развития человеческого потенциала, однако, как правило, это происходило за счет их природных ресурсов, качества окружающей среды и роста выбросов парниковых газов. Потому перед этими странами стоит задача уменьшения их воздействия на окружающую среду, приходящегося на душу населения, без снижения качества жизни. Другие страны по-прежнему оказывают относительно небольшое воздействие на окружающую среду в расчете на душу населения, однако нуждаются в повышении уровня материального благополучия своих граждан. Перед ними стоит задача повышения уровня жизни населения без значительного увеличения воздействия на окружающую среду.

Для перехода к «зеленой» экономике должны быть созданы способствующие этому условия, которые должны создаваться государственными органами власти и управления. В России до сих пор при экологическом регулировании упор делается на использование административных инструментов воздействия на хозяйствующие субъекты, экономические на практике оказываются не столь эффективными, а рыночные совсем не развиты. В свою очередь, в странах ОЭСР преобладают экономические и рыночные инструменты, среди которых экологические налоги, в том числе налоги на загрязнение окружающей среды и специальные налоги на экологически вредную продукцию (продуктовые, энергетические и транспортные); сниженные налоги на природосберегающую продукцию; платежи за экосистемные услуги; торговля квотами на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (парниковых газов); залоговая система в отношении продукции, которая может быть переработана или повторно использована; практика ускоренной амортизация основных фондов природоохранного назначения; инструменты льготного кредитования хозяйствующих субъектов, деятельность которых связана с осуществлением мероприятий по охране окружающей среды, а также банков, выдающих кредиты на экологические цели, и др. В последние годы все популярнее становятся экологические налоги и реализуемые квоты на выбросы. Активно используются налоги на моторное топливо; они обеспечивают основные поступления от экологических налогов. Это объясняется увеличением цены на топливо и, как следствие, снижением спроса на него в странах ОЭСР, а также уменьшением ставок акцизов. Все большее количество государств используют налоги на загрязнение окружающей среды, которые устанавливаются в отношении отдельных загрязняющих веществ, например, налоги на выбросы NO_x и SO_x в атмосферу. Ожидается, что в среднесрочной перспективе дополнительные доходы от налогов на выбросы углерода и от проведения аукционов на квоты могут увеличить долю экологических налогов в государственных бюджетах.

При определенных условиях экологические налоги могут быть значительным стимулом для инноваций. Во-первых, очень важна величина ставок экологических налогов: чем больше ставка, тем больше стимулов для ин-

новаций. Проведенный английскими учеными анализ воздействия энергетических налогов (налогов на топливо и электроэнергию) на инновации показал, что предприятия, которые выплачивали полную ставку налога, запатентовали больше изобретений, чем те, которые оплачивали только одну пятую часть налоговой ставки. Во-вторых, налоги, связанные непосредственно с фактическим источником загрязнения (например, налоги на выбросы CO_2 по сравнению с налогами на моторное топливо), обеспечивают большее количество вариантов для инноваций. Однако в некоторых случаях налоги на конкретные загрязняющие вещества трудно поддаются учету и требуют мониторинга многочисленных и географически разбросанных источников. В-третьих, для экологических инноваций необходима стабильность системы экологических налогов. Например, в Японии сомнения предпринимателей в жизнеспособности всей схемы платежей за выбросы SO_x привели к отрицательным воздействиям на патентование, несмотря на очень высокие ставки. Наконец, необходимо учитывать и международные аспекты экологических налогов. Как и для многих других инструментов экологической политики, всегда существует опасение, что при очень жестких налогах производства, создающие значительные объемы загрязняющих веществ, просто будут переведены в страны другой юрисдикции. Снижению вероятности данной ситуации может способствовать международное сотрудничество и координация усилий в определении экологических налогов. Кроме того, такие действия обеспечивают дополнительные преимущества для инноваций – использование экологического налогообложения максимально повышает значимость международного продвижения инноваций [11].

Кроме экологических налогов должны применяться другие инструменты экономического стимулирования экологической деятельности.

Формированию «зеленой» экономики в условиях России может способствовать совершенствование инструментария государственного экономического регулирования экологической деятельности, а именно:

– экологизация налоговой системы страны при соблюдении принципа фискальной нейтральности, подразумевающего увеличение удельного веса «зеленых» налогов при снижении налогов на рабочую силу и капитал;

– развитие торговли квотами на выбросы вредных веществ в атмосферный воздух (парниковых газов);

– внедрение в хозяйственную практику платежей за экосистемные услуги;

– использование специального налогообложения экологически вредной продукции (введение продуктовых, энергетических и транспортных налогов);

– применение залоговой системы в отношении продукции, которая может быть переработана или повторно использована;

– внедрение практики ускоренной амортизация основных фондов природоохранного назначения;

– использование инструментов льготного кредитования хозяйствующих субъектов, деятельность которых связана с осуществлением мероприятий по охране окружающей среды, а также банков, выдающих кредиты на экологические цели;

– приведение величины платы за негативное воздействие на окружающую среду в соответствие с размером экономического ущерба, имеющего место при выбросе в атмосферный воздух загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников, сбросе загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты и размещение отходов производства и потребления;

– введение платы за шумовое, тепловое, вибрационное, электромагнитное, ионизирующее воздействие;

– формирование федерального и региональных экологических фондов, предназначенных для целевого финансирования мероприятий по ликвидации и предотвращению причинения вреда окружающей среде, которые должны обеспечивать формирование и применение действенного механизма привлечения и аккумулирования финансовых средств для поддержки разработки и внедрения экологически чистых технологий, решения наиболее острых экологических проблем в регионах, формирования инфраструктуры сбора и переработки отходов, включая прора-

ботку целей и задач, направлений их использования, порядка осуществления государственного и общественного контроля за функционированием и целевым использованием средств и др.;

– возвращение схемы зачета затрат на инвестиции в природоохранные мероприятия в счет платежей за негативное воздействие на окружающую среду, которая существовала до внесения изменений в Налоговый и Бюджетный кодексы в 2001–2002 гг.;

– разработка и применение налоговых и иных экономических механизмов обеспечения утилизации продукции, представляющей после ее использования потенциальную угрозу причинения вреда окружающей среде с последующим использованием средств на мероприятия в целях предотвращения причинения вреда окружающей среде, введение и функционирование которых должны обеспечивать создание условий, позволяющих выявлять экологически неблагоприятную продукцию (производимую в Российской Федерации или импортируемую в страну), и применение соответствующих налоговых санкций (на федеральном уровне и уровне субъекта Российской Федерации) с целью аккумулирования финансовых средств для решения задач внедрения экологически чистых технологий и создания инфраструктуры сбора и переработки отходов;

– введение в законодательство понятия «экологическое предпринимательство»; предоставление налоговых льгот хозяйствующим субъектам, основным видом деятельности которых является экологическое предпринимательство;

– создание особых эколого-экономических зон, в рамках которых предоставлены льготные экономические условия для развития экологического предпринимательства;

– формирование государственно-частных партнерств, специализирующихся на создании экологических общественных благ;

– формирование государственных заказов на продукцию экологического предпринимательства;

– развитие системы страхования экологических рисков и инструментов стимулирования данного процесса.

В заключение следует отметить, что практическая реализация концепции устойчивого развития возможна при согласовании интересов развитых и развивающихся стран, а также международных организаций, государственных органов власти и общественности, которым совместно нужно решить вопросы разработки, внедрения и финансирования реальных шагов по формированию новой модели развития мира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фаррелл Дж. Звезда смерти Гизы. М.: Эксмо, 2009. 352 с.

2. Бакшутов В. К. Запад или Восток: кто ведет человечество? Екатеринбург: Элита-Регион, 2009. 272 с.

3. Повестка дня на XXI век. URL: http://www.un.org

4. Акимова Т. А., Мосейкин Ю. Н. Экономика устойчивого развития: учеб. пособие. М.: Экономика, 2009. 430 с.

5. Глобальная экологическая перспектива (GEO-5). URL: http://ecodelo.org/v_mire/15681-globalnaya_ ekologicheskaya_perspektiva_dlya_rio20

6. Наше общее будущее: доклад Междунар. комиссии по окружающей среде и развитию. М.: Прогресс, 1989. 376 с.

7. Афанасьева О. В. Информационная открытость и проблема устойчивого развития // Вопросы философии. URL: http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=535

8. Тюгашев Е. А. Экономика устойчивого развития: возрождение ценностей традиционной экономики // Электронный научный журнал «Новые исследования Тувы». 2010. № 2. С. 50–61. URL: http://www.tuva.asia

9. Декларация тысячелетия ООН. URL: http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N00/559/53/PDF/N0055953.pdf?OpenElement

10. Навстречу «зеленой» экономике: путь к устойчивому развитию и искоренению бедности: доклад Программы ООН по устойчивому развитию. URL: http://www.un.org/ru/development/sustainable/ger_synthesis.pdf

11. Налоги, инновации и окружающая среда. URL: http://www. shaneco.ru/Files/file/ nalogi%20i%20ekologiya. pdf

Поступила в редакцию 30 апреля 2013 г.

Мочалова Людмила Анатольевна – доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: lutik@mail.utk.ru

Терновский Ян Вячеславович – аспирант кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Борисов Алексей Викторович – аспирант кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 658.3.07

ПРОЕКТНЫЙ ТЕСТ «ЧАТУРАНГА»

А. Г. Шорин

Описан способ тестирования под названием «Чатуранга», позволяющий в считанные минуты узнать о человеке больше, чем за долгие часы традиционных тестирований. Этот тест, корни которого уходят в Древнюю Индию, был когда-то предтечей шахмат. Современная Чатуранга, оставшись верной традициям гаданий Древней Индии, также вобрала в себя и западные традиции, завоевав популярность как уникальный проектный тест, подтвержденный более чем 15 годами практики в разных социальных группах. Тест можно использовать как вкупе с другими тестами, проектными или вопросными, так и отдельно. Особое значение Чатуранга имеет для практикующих психологов, а также для всех, кому нужно быстро и надежно составить мнение о другом человеке, например менеджерам по подбору персонала.

Ключевые слова: *Чатуранга; тест; игра; подбор персонала; фигуры; камни.*

Чатуранга (*Chaturanga*, санскр. *чатур* – четыре, *анга* – часть) – древняя настольная игра, одна из старейших предшественниц шахмат [1]. Возникла в Индии около V в. н э. По данным индийских и арабских источников, в Чатурангу играли 4 противника; комплект фигур каждого состоял из 4 видов: слоны, кони, боевые колесницы, пехота. Цель игры – «уничтожение» фигур соперников. Ходы делались поочередно, количество очередных ходов играющих определялось метанием игральной кости. Точные правила Чатуранги неизвестны. Получив распространение на территории Ирана, Средней Азии, затем Арабского халифата, Чатуранга превратилась в арабский шатрандж – игру двух соперников по правилам, частично сходным с принятыми в современных шахматах, без игральной кости.

Абсолютное большинство исследователей именно Чатурангу называют игрой-прародительницей шахмат, а некоторые даже указывают правила этой игры. Несколько дальше пошел Н. М. Рудин. В своей книге «От магического квадрата – к шахматам» [2], рассматривая этапы происхождения современных шахмат, он выстраивает следующий эволюционный ряд: *магические квадраты–чатуранга–чатуррадж–шатранг–шахматы*. Рудин, в свою очередь, опирался на еще более поздние исследования: «…Оракул, который через много лет превратился в игру» [3]; «...Игры были сначала способом жреческих гаданий и предсказаний» [4].

Чатуранга – тест опирается на мнение тех исследователей, которые считали, что первоначально Чатуранга не являлась игрой, а была оракулом (гаданием).

Строго говоря, современную Чатурангу, Чатурангу-тест следовало бы называть «Чатурангой Ратушного» – по имени ее создателя А. А. Ратушного, однако для простоты мы все-таки будем продолжать употреблять прежний термин – Чатуранга. В авторстве А. А. Ратушного нет сомнений, несмотря на то что научных работ с этим заглавием не публиковалось. А. А. Ратушный также является изобретателем «Мерцающих шахмат» (их иногда еще называют «Последовательными шахматами»), которые несколько более известны, чем Чатуранга, а также других игр и тестов, к которым данная работа отношения не имеет. В частности, его авторство также подтверждают многочисленные ссылки в Интернете и в некоторых книгах, посвященных шахматам. То есть рассматриваемая далее Чатуранга-тест – это Чатуранга Ратушного, в которой он попытался воссоздать древнеиндийское гадание (несомненно, с собственными интерпретациями), оставив это название для того чтобы подчеркнуть этимологию. Начало работы над Чатурангой-тестом А. А. Ратушный начал в Москве в 1980 г., позже совершенствуя его.

«Невопросные» (проектные, рисуночные) тесты. Место Чатуранги в их ряду. Сколько нужно времени для того, чтобы составить мнение о незнакомом человеке? Чтобы понять с какой работой он будет легко справляться, а к какой и вовсе не предрасположен? Как будут взаимодействовать между собой люди в коллективе? Сколько для

этого понимания нужно часов? Дней? Лет?

Для сокращения времени психологи разрабатывают громоздкие схемы вопросников, которые на практике далеко не всегда себя оправдывают – по той простой причине, что, отвечая на вопросы, человек старается показать себя не таким, какой он есть на самом деле, а таким, каким хочет себя показать другим. Чтобы избежать этого, иногда в тесты вставляют специальные вопросы, которые призваны оценить «уровень искренности» отвечающего. Но и они «срабатывают» не всегда.

С целью преодоления этого разработана целая категория «невопросных» (проектных) тестов, самыми известными из которых являются тесты-рисунки («Нарисуй дерево», «Нарисуй домик»), которые потом специальным образом интерпретируются.

Рисуночные тесты в отличие от большинства прямых методов исследования являются косвенными и относятся к категории *проектных*. То есть они как бы дают *проекцию* – портрет личности. Их популярность связана с расцветом психоанализа, благодаря которому было введено понятие бессознательного.

Бессознательное – это самый темный уголок нашей души. Проникнуть в свое, а тем более в чужое бессознательное очень сложно. Психоаналитику порой требуются годы работы с каким-то определенным человеком, чтобы этого добиться. Поэтому предупреждаем: пользоваться этими тестами надо с особой осторожностью, особенно когда дело доходит до интерпретации.

Рисуночные тесты обладают рядом преимуществ – как при работе со взрослыми, так и с детьми. Считается, что тестовые ситуации достаточно привычные и позволяют тестируемому раскрепоститься и проявить те особенности, которые не нашли выхода на более ранних этапах исследования. К тому же в процессе рисования контроль так называемого «цензора сознания» ослабевает, что позволяет в той или иной мере раскрыться бессознательному. Рисунки могут оказаться хорошим поводом для установления контакта и взаимопонимания с испытуемым, что позволит получить дополнительную информацию о нем.

И тем не менее рисуночные тесты имеют ряд недостатков. Прежде всего – порой трудно установить связь между рисунками и искомыми параметрами. Кроме того, интерпретация зависит от личности исследователя – проекция является обоюдоострым оружием, действию которого подвергается и сам экспериментатор, поэтому необходимо быть осторожным в интерпретации.

Все данные, полученные при помощи рисуночных тестов, обязательно должны сопоставляться с результатами, полученными при обычном тестировании. В целом толкование результатов рисуночных тестов должно быть сделано с учетом максимально полной информации о том, кого вы тестировали, его прошлом и настоящем.

Было замечено, что замкнутые люди становятся более раскрепощенными, когда увлечены процессом рисования. Оказалось, что паузу в рисовании можно с успехом использовать, чтобы разговорить испытуемого.

Чатуранга-тест создавалась именно как проекционный тест, направленный как на тестирование отдельного человека, так и на тестирование групп, в том числе детских, с целью выявления личностных характеристик тестируемых, их взаимодействия друг с другом. Упор делался на то, что тест Чатуранга очень прост, занимает считанные секунды и не требует никакой предварительной подготовки (как в тесте с рисунками) и наподобие рисуночных тестов не поддается интерпретации при тестировании, что не позволяет сфальсифицировать ответы.

Как проводится тест. Ручкой на листе бумаги чертится квадрат 5 на 5 клеток. Как правило, на стандартном листе «в клеточку» каждая клетка, нарисованная ручкой – это квадрат из четырех клеточек. Тестируемому человеку предлагается отметить в матрице крестиками любые пять клеток (произвольно, как ему хочется). Обычно это занимает всего несколько секунд. На этом тест заканчивается, и дальше дело за интерпретацией полученной информации.

Квадрат, расчерченный на клетки, называется *матрицей*. Например, шахматная доска – это матрица размером 8 на 8 клеток. Тест «Чатуранга» можно проводить на любой матрице – от 4 на 4 клетки до 16 на 16 клеток. Практически же наиболее удобной для интерпретации эмпирическим путем была выбрана матрица 5 на 5. Кстати, в описании Чатуранги

как игры-предшественницы шахмат некоторые исследователи упоминают, что доска, на которой проходила эта игра, была размером 5 на 5 клеток.

Интерпретация теста. Интерпретатор теста получает результат, сводя расположение отмеченных клеток к одному из 16 типов, которые образуются из сочетаний четырех шахматных фигур (слона, ладьи, короля, коня) и четырех камней (алмаза, изумруда, хрусталя, рубина). В результате получаются сочетания: алмазный слон, изумрудная ладья и т. д. Все 16 сочетаниый прописаны и изучены, мастерство интерпретатора заключается в основном в том, чтобы, изучая матрицу, верно определить фигуру и камень.

Почему в Чатуранге используются именно слон, ладья, король и конь, если в современных шахматах существуют еще пешки и ферзь? Ответ такой: пешка не является самостоятельной (большой) фигурой – она лишь может в нее превратиться, пройдя путь до края доски. Ходы же пешки также не уникальны. Ферзь – это, по сути, гибрид ладьи и слона, поэтому мы ее не рассматриваем как самостоятельную фигуру.

Немаловажно и то, что фигур (и камней) должно быть четыре. Цифра 4 традиционна для многих мифологических, космогонических, религиозных и философских систем, она занимала и занимает умы от древности (например, Платон, пифагорейцы) до наших дней.

Столь же традиционны в древних философских системах четыре стихии: вода, земля, огонь, воздух, получившие своеобразное осмысление в религии и философии древней Индии (санкхья, буддизм, чарвака) и Древней Греции.

В Чатуранге каждой из четырех шахматных фигур – слону, ладье, королю, коню – соответствуют четыре стихии и четыре камня, один из которых в наибольшей степени подходит к своей стихии и к своей фигуре. Например, шахматному коню, как и любой другой фигуре, соответствуют четыре стихии, но более всего – огонь, поэтому конь выступает в этой Чатуранге знаком огня.

Из четырех камней, соответствующих коню, ему наиболее подходит рубин, который в свою очередь становится камнем огня. Так намечается «связка» огонь–конь–рубин, или образ «Рубинового коня». В соответствии с этим принципом Чатуранга выделяет шестнадцать основных типов поведения человека, в каждом из которых с наибольшей наглядностью проявляются те или иные качества. В качестве примера можно рассмотреть цепочку: шахматный король – земля (знак короля) – изумруд.

Что может следовать из этой цепочки? По своему поведению шахматный король, стесненный правилами хода, нерешителен, лишен возможности планировать что-то дальше завтрашнего дня (вырваться за пределы отведенных ему правилами клеток); король, знаком которого, согласно Чатуранге, является изумруд, должен соответствовать тем качествам или свойствам, которыми наделен изумруд традициями фольклорной или мифологической геммологии.

Приводя множество этих примеров, мы неизбежно будем сталкиваться со свойствами драгоценных камней. Наиболее близка к Чатуранге геммологическая традиция древней Индии. Это и понятно, поскольку из Индии пришли к нам и слово «чатуранга», и сама шахматная игра.

Знание драгоценных камней в Индии относится к глубокой древности, но офор млено оно было в виде специальных трактатов (ратнапарикша) не ранее IV в. н. э., а дошло до нас только в текстах VI–XIII вв. Четыре камня Чатуранги: алмаз, рубин, изумруд, хрусталь – по-санскритски, соответственно, ваджр (ваджра), падмарага, мараката и путрика. Вот что говорится об этих камнях в древних трактатах.

Ваджр (алмаз) – очень твердый камень, входит в пятерку главных драгоценных камней, посвящен планете Венере. В нем, как и в каждом камне индийской геммологической традиции, различали, сообразно социальным рангам, четыре категории: брахман, кшатрий, вайшья и шудра. Брахманом был белый ваджр – ученый–ученость–святость. Кшатрием – красный ваджр–воин–слава. Вайшьей был желтый ваджр – купец – богатство. Шудрой – черный ваджр – рабочий – услужливость. *«Кто владеет ваджром, тот владеет миром, но он узнает великое несчастье, и только Бог или женщина могут снять проклятие*

с камня и принести избавление».

Падмарага (рубин) – драгоценный камень, разновидность ярко-красного корунда, был посвящен Солнцу. По легенде падмарага – это кровь бога Бала, убитого Индрой.

Путрика (горный хрусталь) – прозрачная разновидность кварца, в индийских текстах о камнях говорится о 21-й разновидности этого камня и ста тысячах его оттенков. Наиболее ценимыми были путрика цвета *«огненного отражения в солнечных лучах»* и *«отблеска воды при свете луны».*

Мараката (изумруд) – драгоценный камень, разновидность зеленого берилла. Входит в пятерку главных драгоценных камней. По легенде он произошел из желчи (печени) бога Бала и был посвящен Меркурию. Этот камень *«чистый, как капля воды на листе лотоса, глубокоокрашенный или слегка зеленый».*

Читая работы древних авторов – античных, средневековых и более поздних, автор искал в них указания на связь каждого из интересующих его камней Чатуранги со стихиями. Вот что из этого получилось: об алмазе были встречены строки в сочинении Епифания Кипрского, отца церкви IV–V вв.: *«Камень Adamant благодаря точному подобию окраски похож на воздух».*

О красных камнях (в том числе и рубинах) римский эрудит I в. н. э. Плиний Старший говорит, что они получили свои названия *«по сходству с огнем».* Цвет падмарага (рубина) в индийских текстах также ассоциируется с огнем.

Рассуждая о смарагде (изумруде), древнегреческий философ, отец геммологии Теофраст пишет, что он *«передает свой цвет воде»;* а некто маг Дамигерон, писавший еще до Плиния Старшего, о том же смарагде писал, что он *«...очень красив, эффективен и годится при всех гаданиях на воде».* В арабской книге «О камнях» (IX в.), приписываемой Аристотелю, о зеленом камне забаргаде (изумруде) писалось, что *«природа его холодна и суха».*

О горном хрустале Плиний Старший, основываясь на более ранних традициях, писал как о материале *«с водой, преобразованной в прозрачный камень сильным холодом».* Теофраст Бомбаст фон Гугенгейм Парацельс (1493–1541) в рассуждении на тему *«Как заклинать кристалл* (речь идет о горном хрустале), *чтобы в нем можно было увидеть все»* отмечал, что *«кристалл имеет природу воздуха и поэтому все предметы, подвижные и неподвижные, которые можно видеть в воздухе, можно видеть и в кристалле».*

Как всякий достаточно серьезный тест, Чатуранга подразумевает целостную модель мира, без знания которой невозможна ее полноценная интерпретация. Несмотря на то что в данном руководстве упор будет сделан на практическую часть, основы модели мира по чатуранге необходимы.

Итак, при интерпретации конкретной матрицы первое, что мы должны сделать, это определить: является интерпретируемый *счетчиком* или *интуитом*.

Счетчик в Чатуранге – это такой человек, который все решения в своей жизни принимает с помощью просчитывания вариантов. Простой пример: человеку нужно либо идти прямо, либо свернуть налево, направо, либо повернуть назад. Для того чтобы принять решение, куда же нужно двигаться дальше, нужно из этих четырех вариантов отбросить три ненужных (например, назад, влево, прямо) и пойти направо.

Более сложный вариант: принимая решение по какому-то принципиально важному вопросу, например: «Как мне жить дальше?», счетчик должен просчитывать определенное количество вариантов. Давайте для примера возьмем, что это двадцать вариантов и для показательности представим, что счетчик взял ручку, лист бумаги и вверху листа написал свой вопрос («Как мне жить дальше?»), а внизу под ним поставил цифры от 1 до 20 и написал двадцать вариантов ответа на этот вопрос. После этого нужно последовательно отметить 19 из 20 вариантов, начиная с самого худшего, а оставшийся вариант и будет для него верным решением.

Счетчики отличаются друг от друга числом вариантов, которые они рассматривают при принятии решения, и временем, затраченным на исключение неверных вариантов. То есть один счетчик рассматривает всего два варианта, другой, к примеру, двести вариантов. Один принимает решение в считанные секунды, другой может решать поставленную

задачу годами. Структура принятия решения при этом у них будет абсолютно одинаковой, но из них в более выигрышном положении окажется тот, кто за оптимальный промежуток времени просчитает максимальное число вариантов и сумеет исключить из них все ненужные, кроме одного.

В Чатуранге две фигуры-счетчика: это слон и ладья.

Интуит в Чатуранге – это такой человек, который свои решения принимает интуитивно. То есть из всех существующих вариантов человек-интуит выбирает для себя лучший *интуитивным образом*. В Чатуранге две фигуры-интуита: это король и конь.

Фигуры и камни в Чатуранге. Фигуры в Чатуранге (слон, ладья, король, конь) имеют первостепенное значение. Как уже говорилось, слон или ладья относят тестируемого к категории счетчиков, король или конь – к категории интуитов. Камни (алмаз, изумруд, хрусталь, рубин) несут в себе дополнительные характеристики тестируемого, разделяя уже не на 4 типа (по фигурам), а на 16 типов (фигура плюс камень). То есть каждой фигуре соответствует определенный набор качеств, присущих только этой фигуре, а камень дает развернутую характеристику с учетом своего влияния на фигуру. Фигура – камень – это дуальная пара по типу сознание – подсознание. Каждому камню соответствует одна из 4 стихий (вода, земля, воздух, огонь).

Счетные фигуры в Чатуранге. Слона и ладью объединяют логика и понимание мира, в котором они живут. У них одинаковый стиль мышления, они «просчитывают» варианты в любой ситуации. Разница лишь в том, что слон верен своим идеалам (целям), а ладья может их менять.

Счетчик – это «тот, кто считает», об этом можно более широко сказать так: «тот, кто просчитывает свои действия». Похоже на классическую партию в шахматы: я схожу сначала туда, затем – туда, чтобы добиться того-то (в данном случае определенной расстановки, шаха или, наконец, мата). То же и в жизни: если я хочу машину (много денег, положения в обществе, жену (мужа) и много детей, стать профессором… и т. д. и т. п.), то я должен пошагово рассчитывать свои действия. Тут же заложен и ответ на вопрос, почему одни люди (тоже счетчики) добиваются поставленной цели, другие – нет: потому что среди счетчиков тоже конкуренция, и выигрывает тот, кто за меньшее время просчитывает большее количество комбинаций и умеет из просчитанного количества выбрать лучшую.

Слон – в предельном смысле – «несгибаемый человек», фанатик. Основные характеристики слона: целеустремленность, большая сила и выносливость (не обязательно физические), потрясающее упорство в достижении цели, прекрасное владение логикой. Как правило, это те люди, которые считают законы этого мира нерушимыми. Дважды два – для них всегда четыре…

Мир для слона – открытая карта, по которой он намечает свои маршруты. Минус: почти никогда не меняет свою точку зрения, если однажды ее принял. Не пасует перед преградами, зато и не будет искать «обходных путей». Его стиль – лобовая атака. В пределе – фанатик, потому что идея, цель для слона важнее, чем средства для ее достижения. Слабое место: если лобовая атака не удалась или преграда оказалась нерушимой, слон гибнет или теряет веру в себя. Он похож на чугунный прут, который невозможно согнуть, но зато можно сломать при достаточном усилии. А «сломанный» слон (слон, который не смог достичь своей цели) – это «конченый человек», неудачник, которого можно «реабилитировать» только полным триумфом.

Это мощная фигура, которая ходит только по каким-то одним полям: черным или белым. Соответственно «белый» (белопольный) слон – это «положительный герой»: человек, обладающий высокими моральными качествами и свято соблюдающий «кодекс чести», а «черный» (чернопольный) – классический злодей, который для достижения своих целей не брезгует ничем.

Ладья – скорее прагматик, в предельном смысле – хороший политик, поэтому ее можно считать не менее мощной фигурой, чем слон. Внешне (методами) почти неотличим от слона: также прямолинеен, целеустремлен, также упорен в достижении своих целей.

Принципиальное отличие: столкнувшись с непреодолимой преградой, не будет ломать об нее голову, а свернет, но дальше будет двигаться с тем же упорством и целеустремлен-

ностью.

Чтобы добиться успеха в жизни, ладье (как и слону) нужно полагаться на интеллект, практически полностью игнорируя интуицию. Чем мощнее интеллект, тем больших успехов добьешься. В отличие от слона, который двигается по жизни похожим образом, для ладьи нехарактерно пытаться пробить лбом неприступную стену, она может поменять свою цель и с не меньшим упорством пойти в другую сторону. Потенциально можно добиться в жизни чего угодно: 90% известных политиков, предпринимателей, руководителей – ладьи. В любой хорошей фирме (организации) во главе, как правило, стоит ладья.

Почему именно ладья? А потому что наиболее приспособлена к нашей жизни: четкий расчет ситуации помогает принимать правильные решения, а гибкость позволяет не расшибить себе лоб. Если хочешь добиваться успеха во всем, это нужно использовать, причем достаточно прагматично.

Ладья – это не женская фигура. В женщинах часто от рождения заложена тяга к принятию интуитивных решений – «захотелось и все». Это – не про них, любое решение в жизни Ладья предпочитает принимать осознанно. Главное тут не в том, чтобы окружающие понимали причины ее решений, главное, чтобы она сама их понимала. Настоящая ладья должна быть практиком, скептиком, прагматиком. Цинизм, никакого альтруизма и романтизма.

Наш мир – это мир победивших счетчиков (читай «технократов», «сторонников научно-технического прогресса» и т. д.). Следовательно: *наш мир построен счетчиками и для счетчиков*, а интуиты являются малочисленной и даже угнетенной группой.

Поэтому далеко не каждый интуит знает о том, что он интуит; умеет уверенно принимать решения, используя свою интуицию. На практике это означает, что интуиты учатся в школах и институтах, которые созданы счетчиками и для счетчиков, и их с раннего детства воспитывают как счетчиков. Наиболее близкий пример для сравнения: всем известно, что существуют люди-жаворонки, у которых пик жизненной активности днем, и люди-совы, у которых пик жизненной активности ночью. В детстве же все они (по крайней мере, абсолютное большинство) ходят в школы по расписанию жаворонков.

Общий вывод из этого предположения: все (или абсолютное большинство) людей-интуитов либо не знают о своих интуитивных возможностях, либо даже тяготятся ими и не умеют принимать интуитивные решения. Мы их даже можем называть «псевдосчетчиками», так как они пытаются принимать решения не так, как заложено в них природой, а так, как счетчики.

«Псевдосчетчики». В мире, созданном счетчиками и для счетчиков, интуиты не только находятся в меньшинстве и воспитываются с детства, как счетчики, но и зачастую воспринимают самих себя как счетчиков: то есть так же точно «просчитывают» ситуации или пытаются это делать. Так в чем же все-таки отличие? Оно в том, что, действуя по тому же принципу, что и счетчики, эти люди оказываются несостоятельны: «просчитанный» так же точно вариант оказывается не лучшим, и в этом случае они не выдерживают конкуренции со счетчиками. То есть всех интуитов можно поделить на два типа. Первый тип – те, кто пытаются жить по законам, навязанным им счетчиками. Тогда они вынуждены развивать в себе счетные способности (слабые от природы) и пытаться достойно конкурировать. Как правило, им это не удается, и они всегда остаются на «вторых ролях». Второй тип – те, кто осознает (или догадывается) о том, что не все в жизни можно просчитать и при принятии решений используют интуицию. Люди этого типа могут составлять счетчикам серьезную конкуренцию.

Любой интуит, вне зависимости от того, король это или конь, может принадлежать к первому или второму типам. Интуит, принадлежащий к первому типу, может быть похож на любого из счетчиков и проявлять свои интуитивные способности лишь в редких (возможно, экстремальных) случаях. Интуиты второго типа проявляют свои интуитивные способности всегда (регулярно), причем у королей и коней они проявляются совершенно по-разному.

В отличие от счетчиков (слона и ладьи), интуиты (король и конь) сильно отличаются друг от друга. Связывает их лишь то, что оба

они «псевдосчетчики» и конкурентоспособные решения принимают интуитивно.

Рассматривая *короля* с точки зрения счетчика (т. е. как «псевдосчетную» фигуру), можно сказать, что он «считает недалеко». Как близорукий человек, он прекрасно видит все вблизи, редко и неумело заглядывая вдаль. Он прекрасно справляется с планами на сегодня-завтра. А все, что дальше, чем через неделю-месяц, для него покрыто тьмой. Те короли, которые осознают свои интуитивные способности, могут успешно принимать решения относительно далекого будущего, но, как правило, не могут их объяснить, либо объясняют неверно, путано. Зато они очень кропотливы и внимательны к мелочам.

При всех кажущихся недостатках, короли куда более счастливые люди, чем можно предположить, исходя из сказанного о них. Сила короля как интуита вовсе не в интуитивном предсказании будущего, а во взаимодействии с другими людьми. Именно в этом королю нет равных. Начнем с того, что король совместим с любой другой фигурой (будь на то его желание, естественно). Короли – те люди, которые нравятся другим людям, а в особенности своему окружению. Это своеобразная компенсация за «мелкость» расчетов, их способ выживания в мире счетчиков.

Для короля очень важен свой дом: чем дальше король от него, тем менее уверенно он себя чувствует. Понятие это он определяет сам, но, как правило, это какое-то конкретное место, его вотчина. Король без дома – зрелище жалкое, потерянное, ищущее. Нашедший «свою территорию» очень силен.

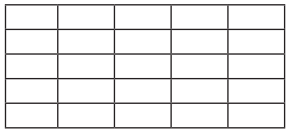
Король в противостоянии, несомненно, фигура специфическая: в нем нет силы и упорства слона, он не политик, как ладья, и не настолько хороший интуит, как конь. Поэтому «в чистом поле» он не сможет достойно конкурировать ни с одной из этих фигур. Умный король в этом самом «чистом поле» и не будет ни с кем конкурировать, потому что его сила в другом. Во-первых, в своем «доме» он практически неуязвим, так как окружен крепкими стенами и обожающими его друзьями, которые всегда помогут. Во-вторых, открытое противостояние – вообще не его стиль, это прерогатива слонов и ладей. Статистически среди королей куда больше женщин, чем мужчин.

Конь – наиболее мощная из двух фигур интуитивной группы. Единственная фигура, которой есть что противопоставить любому счетчику даже в лобовой атаке. Но лобовая атака все-таки не его стиль. Его стиль – маневр. Если рассматривать коня как «псевдосчетчика», то его легко спутать с настоящим счетчиком, настолько хорошо он приспособился. Любому счетчику он может представить логически простроенные далеко идущие планы в таком виде, что «комар носа не подточит». Главное отличие коня от счетных фигур: его логические выводы хороши только для счетчиков, в отношении самого коня они не работают. Для примера: счетчик вычислил лучший вариант решения проблемы, поступил так и выиграл; конь, сделав то же самое – проиграл, и не потому, что все плохо просчитал, а потому, что что-то «пошло не так»; лучший для него вариант – все просчитать, а потом поступить абсолютно иначе, непредсказуемо. «Из любых двух путей он выбирал третий» – это про настоящего коня. Вопрос: для чего тогда вообще что-то просчитывать, может, коню нужно просто поступать интуитивно? Нет. В мире интуитов, возможно, это бы и сработало. Но в мире счетчиков, в нашем мире, только просчет двух вариантов позволяет коню выбрать третий – верный. То есть, как это ни парадоксально, лучший, самый успешный конь – это тот конь, который лучше других просчитывает «счетные» варианты, а потом действует по интуиции.

Верно и для коня и для короля в экстремальных ситуациях, когда нет ни секунды для размышления, поступать интуитивно.

Для демонстрации на практике модели мира в Чатуранге попробуем показать, как с помощью матрицы можно определить фигуру и камень.

Рисуем матрицу. Нужно взять лист бумаги и нарисовать на нем квадратик, затем поделить его на клеточки, чтобы получилась матрица 5 на 5.



А теперь попросите тестируемого (тестируемым можете быть и вы сами) произвольно

пометить пять квадратиков в этой матрице.

Определяем классическую фигуру. Для определения фигур нужно использовать классические (Алмазные, за исключением Коня) расстановки фигур.

Алмазный Слон. Алмазный Слон совершает «чистый ход» шахматного слона (любая диагональ).

x				
	x			
		x		
			x	
				x

Алмазная Ладья. Алмазная Ладья совершает «классический ход» шахматной ладьи (любая вертикаль или горизонталь)

x				
x				
x				
x				
x				

Алмазный Король. Алмазный Король совершает только ходы шахматного короля.

x	x			
x	x			
x				

Определяем фигуру и камень. Камень всегда определяется только после того, как уверенно определена фигура. Именно при определении камня, исходя из модели мира в Чатуранге, нужно дать разные объяснения для интепретаторов-интуитов и интерпретаторов-счетчиков, как это делать.

Объясняя для интуитов, нужно сказать о том, что любая классическая фигура (кроме Коня) – всегда Алмазная. Изумрудные фигуры имеют минимальное отличие от Алмазных (на одну позицию), Хрустальные – на две позиции, Рубиновые – на три позиции. То есть нужно сначала нужно увидеть основную фигуру, а затем посмотреть, насколько она отличается от классической.

Приведем по одному примеру для каждой фигуры.

Изумрудный слон. Наблюдается смещение от классической расстановки Слона на одну позицию.

x				
	x			
			x	
			x	
				x

Хрустальная Ладья. Наблюдается смещение от классической расстановки Ладьи на две позиции.

x				
x				
		x		
x				
x				

Рубиновый Король. Наблюдается смещение от классической расстановки Короля на три позиции.

x	x			
x	x			
		x		

Хрустальный Конь. Смещение на одну позицию, дающую вместо хода шахматного коня ход шахматной ладьи.

	x			
x				
		x		
				x
		x		

Подробное практическое руководство по применению теста можно найти в пособии [5].

Описанная методика не единожды была подкреплена практическими исследованиями, в качестве примера можно привести тестирования, проводимые с 1991 по 1994 год в частном колледже «Сурмико» (г. Урай Тюменской области) под руководством А. А. Ратушного, который был одним из руководителей педагогического эксперимента, проводимого Министерством образования на федеральной экспериментальной площадке, развернутой в г. Урае в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого века. В то время было проведено несколько сотен таких тестирований (в том числе групповых), а их целью было выявление закономерностей поведения различных типов сочетаний камень-фигура в

учебных группах среди обучающихся, а также среди педагогов и родителей. В дальнейшем эксперименты с использованием Чатуранги продолжались в разных направлениях – А. А. Ратушный разрабатывал использование магических квадратов для тестирования, а его ученики, владеющие методом этого тестирования, пытались применять его в разных областях.

Наиболее интересные результаты отмечены по практическому исследованию, проведённому фирмой по подбору персонала «Ракурс» (г. Екатеринбург), в которой с середины 2007 года по начало 2009 года было проведено 15 000 тестирований с помощью теста «Чатуранга». Матрицы заполняли все, кто обращался в эту фирму в поисках работы за этот период.

Результаты, предоставленные фирмой «Ракурс», хотя в основном и сходятся с теми выводами, которые были сделаны ещё в Урае, но во многом дополняют их. Среди исследуемых около 50 процентов – Слоны, на втором месте – Короли (30 %), Кони и Ладьи – соответственно по 10 %. Среди наиболее часто встречающихся типов на первом месте Алмазные Слоны, затем – Рубиновые Слоны. Среди Королей на первом месте – Хрустальные, на втором – Алмазные. Ладьи в основном встречаются Алмазные, Кони – Рубиновые. Интересна интерпретация, предоставленная этой фирмой по профессиональной расположенности типов. Кони, как правило, – главные бухгалтера. Алмазные Слоны определённой расстановки – начальники отделов, причём как правило юристы, все прочие Слоны – исполнители, в основном рабочие профессии либо менеджеры среднего звена. Короли – менеджеры по продажам, Ладьи – большой разброс по профессиям, но, как правило, – руководители отделов. Было замечено, что большинство Алмазных фигур могут вести долгосрочные проекты, тогда как Рубиновым рекомендовано поручать работу над краткосрочными проектами.

На основании выборки компанией разработаны конкретные рекомендации для работодателей по склонностям определённых сочетаний камней и фигур к конкретным профессиям, их склонности к руководящей работе, а также идеальные соотношения типов в рабочем коллективе.

Тесты сегодня очень популярны и носят массовый характер, являясь, по сути, современной разновидностью гаданий. Даже если тест носит строго научный, исследовательский характер, в нем всегда остается процент случайности. В Чатуранге соотношение личностных характеристик реального человека с матрицей остается очень высоким, что ставит этот тест в один ряд с самыми известными и популярными проектными тестами, и даже выше большинства из них, так как интерпретация Чатуранги носит более строгий характер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большая советская энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1969–1978.

2. Рудин Н. М. От магического квадрата – к шахматам. М., 1969.

3. Даннеман Ф. История естествознания. В 2 т. М., 1932. Т. 1. С. 63.

4. Саргин Д. И. Древность игр в шашки и шахматы. М., 1915. С. 219.

5. Шорин А. Г. Тестирование с помощью Чатуранги. Екатеринбург: Аэлита, 2012. URL: http://iaelita.ru/aelitashop/item/testirovanie-s-pomoshju-chaturangi.html

Поступила в редакцию 5 июня 2013 г.

Шорин Александр Георгиевич – заместитель ответственного секретаря. 620144, г. Екатеринбург, ул. Малышева, 101, ГБУ Свердловской области «Редакция газеты «Областная газета». E-mail: sandy_blood@mail.ru

К 130-летию со дня рождения

ШАДЛУН НИКОЛАЙ АКИМОВИЧ

(1883–1932)

Свидетели минувшего, какими бы субъективными и предвзятыми не были их воспоминания и оценки, делают историю, в отличие от официальных документов, живой, придавая ей вкус, цвет и аромат. Изучая истории Горного университета, я встречался и разговаривал со многими ее творцами и очевидцами. В 1987 г. Анисим Ефремович Малахов (1899–1999) заочно познакомил меня с доброжелательнейшей и гостеприимной Татьяной Николаевной Шадлун (1912–1996). Мы стали переписываться. Во время командировок в Москву я останавливался у нее. Она жила на проспекте Мира, недалеко от гостиницы «Космос». Во время долгих и неспешных вечерних чаепитий она мне рассказывала об отце. Но кое-что о нем она узнавала и от меня. Многое из рассказанного ею я включил в юбилейный очерк о Николае Акимовиче.

Он родился в мещанской семье 6 декабря 1883 г. в селе Веселое Таврической губернии. Что побудило крымчанина уехать из виноградно-солнечного края далеко на север в промозглый Петербург и поступить в Горный институт, неизвестно. Его брат Георгий, родившийся семью годами позже, предпочел учиться почти рядом с домом – в Екатеринославском горном институте.

На годы его учебы пришлась Первая русская революция, и студент Шадлун вместе со своим старшим товарищем Гапеевым вкусили ее сполна. Гапеев был большевиком, а Шадлун украинским социал-демократом, их не раз арестовывали, они оба занимались публицистикой, но для А. А. Гапеева (1881–1958) это увлечение было кратковременным, а Шадлун редактировал газету «Слово» украинских социал-демократов почти пять лет.

Противоправная деятельность в годы революции не сказалась на положении Н. А. Шадлуна в институте. Он его благополучно закончил в год 300-летия Дома Романовых, и был оставлен на одной из кафедр. Первой его самостоятельной работой стала командировка на Урал для изучения месторождений и сбора минералогических образцов для коллекций институтского музея. Во время этой поездки он обратил на себя внимание членов Правления Сергинско-Уфалейских заводов и получил от них предложение возглавить в следующем, 1914 г. разведочные работы в горном округе. За три года он исследовал огромную площадь от Атига на севере до Нижнего Уфалея на юге, в пределах которой выделил никеленосный район, открыл и разведал месторождение силикатного никеля, получив-

шее название Ново-Черемшанского. Запасы месторождения, оцененные им (при 4 %-ном содержании металла) в 150 тыс. т руды, позволяли построить завод по производству никеля производительностью 160–240 т в год. Правление приступило к строительству первого в России такого завода, но помешали революция и Гражданская война. Завод был построен только в 1933 г.

Военно-политические события 1917–1919 гг. круто изменили жизнь Николая Акимовича. Он ведь был самостийный украинец, и когда началось строительство украинской государственности, вместе с семьей – женой (красавицей еврейкой) и семилетней дочерью – уехал из голодного и холодного Петрограда в Киев. Летом 1919 г. он стал министром народного хозяйства в правительстве Украинской народной республики (УНР), которое возглавлял его товарищ по студенческой революционной деятельности ученый-агроном Исаак Прохорович Мазепа (1884–1952).

Татьяна Николаевна, родившаяся в Киеве, рассказывала, что после захвата города деникинцами правительство переехало в Каменец-Подольск. Туда же с потоком беженцев устремились и они с матерью, терпя по дороге лишения, подвергаясь издевательствам и опасностям. Беженцев грабили бандиты, а чтобы выявить, нет ли среди них евреев, они, зло веселясь, заставляли всех прыгать и кричать: «Ку-ка-ре-ку!» Но Бог был милостив к матери и дочери. Семья благополучно воссоединилась. В ноябре Николай Акимович ездил в Бухарест для развития торгово-коммерческих отношений с Румынией еще и как член правительства и гражданин Украины, а лето следующего года вся семья Шадлун стала

В первом ряду четвертый слева – Шадлун Н. А. с дочкой

эмигрантской.

Три года они жили за рубежом. Мать и дочь в Берлине, где жена Николая Акимовича подвизалась в качестве актрисы на различных киностудиях. В московской квартире Татьяны Николаевны я видел много больших по размеру и изумительных по качеству портретов ее матери, сделанных во время кинопроб. Сам Николай Акимович в 1921 г. получил место экстраординарного профессора по кафедре полезных ископаемых на горном факультете в Люблянском (Лайбахском) университете.

Все вместе они собирались летом или зимой, когда наступали каникулы и у них появлялась возможность попутешествовать по Европе. Память об этих поездках сохранили семейные фотографии. На одной из них запечатлена десятилетняя Таня, сидящая на ступенях какого-то собора. Спустя полвека, будучи в Германии на международной конференции, Татьяна Николаевна сфотографировалась на тех же самых ступенях и в прежнем ракурсе.

В годы эмиграции Николаю Акимовичу еще не было сорока лет. И его наблюдательный дух был жаден до всего нового, прежде всего до того, что касалось геологии и высшего горного образования. Он объездил многие месторождения, рудники и горные заводы Германии, Чехословакии, Югославии и Галиции, в частности подробно изучил Стассфуртское месторождение калийных солей. В вузах Берлина, Фрайберга, Праги и Пшибрама он познакомился с постановкой высшего горного образования. Своеобразным результатом этой геолого-образовательной работы стал учебник по минералогии, написанный им на словенском языке.

В 1922 г. семья Шадлун переехала в Чехословакию, в город Падебрады, где в это время работал библиотекарем и преподавателем в Украинской хозяйственной академии И. С. Мазепа. Вероятно, по его приглашению Николай Акимович до осени 1923 г., т. е. до переезда в Москву, работал в г. Падебрады профессором в Промышленной академии.

В Москве семью Шадлун временно приютил, выделив комнату, Дмитрий Васильевич Голубятников (1866–1933), профессор Московской горной академии, выдающийся геолог-нефтяник, один из основоположников промысловой геологии, инициатор применения электрического каротажа при изучении нефтяных скважин. Николай Акимович стал работать в Госплане СССР, оказавшись по воле случая или судьбы в нужное время и в нужном месте, поскольку дальнейшую его жизнь и деятельность определило открытие П. И. Преображенским (1874–1944) в Соликамске в октябре 1925 г. месторождения калийных и калийно-магниевых солей.

В то время Н. А. Шадлун был, пожалуй, одним из самых авторитетных специалистов в стране по геологии калийных месторождений. Ему и было поручено дать оценку открытому месторождению по результатам бурения первых скважин, разработать стратегию и тактику его разведки и эксплуатации. Шадлун несколько раз ездил в Соликамск. Основываясь на его выводах и выводах других специалистов, Госплан СССР постановил считать разведку месторождения чрезвычайно важной, а ВСНХ выделил на нее 300 тыс. рублей. В 1926 г. был создан Калийный трест, членами которого стали Преображенский и Шадлун. Работа по освоению месторождения проходила очень трудно, в спорах между Шадлуном и техническим руководителе треста И.С. Покровским о выборе места заложения первой шахты и между Шадлуном и Преображенским – о направлении разведочных работ.

Николай Акимович обоснованно настаивал на сосредоточении буровых работ в Соликамском, а не в Березниковском районе: «Разведка в Березниках, – говорил он, выступая на Первом Всесоюзном Горном научно-техническом съезде, – вследствие подхода (к ним. – *В. Ф.*) железной дороги экономически более выгодна. Но с геологической стороны, этот район находится в худших условиях, так как … первый пласт соли находится глубже … Кроме того, в Березниковском районе гораздо больше старых скважин, по которым производилось выщелачивание солей. Поэтому здесь более интенсивно развитие искусственных подземных водоемов и связанных с провалом таких полостей нарушений калийных залежей. Поэтому разведку в Березниках следует отложить на 1–2 года, пока в Соликамске не будет приобретен необходимый опыт».

Преображенский уступил Шадлуну, как позже уступил и Покровский. В августе 1926 г. после очередной поездки в Соликамск Н. А. Шадлун сделал доклад на Президиуме Госплана о результатах разведки, и было признано, что открытые залежи имеют промышленное значение и что хозяйственным органам следует начинать организацию калийной и химической промышленности. В середине сентября Главхим утвердил комиссию экспертов под председательством Шадлуна, которая, проанализировав еще раз материалы бурения и изучив на месте природные условия, экономику и положение с трудовыми ре-

сурсами, обосновала место заложения первого рудника и предложила план мероприятий по промышленной добыче и переработке калийных солей. В октябре Главхим представил результаты работы экспертов Президиуму ВСНХ, и вскоре началась эксплуатация месторождения.

А Николай Акимович осенью 1926 г. переехал в Свердловск один, без жены и дочери, и стал профессором на горном факультете УПИ. Что это был за человек? Это был, как вспоминал учившийся у него А. П. Сигов (1904–1998), «полноватый мужчина, среднего роста, темноволосый, всегда со свежевыбритыми щеками, подстриженными усами и небольшой бородкой, со смелым и решительным взором. Он был хорошо одет, с претензией на элегантность. Характер и поведение его были под стать наружности: громкий голос, стройная речь, большое самомнение, решительность в поступках … Это был поразительный по эрудиции, лекторскому мастерству и работоспособности специалист, тащивший на себе непосильный груз многочисленных работ. Некоторые острые черты его характера вряд ли следует ставить ему в большой упрек. Может быть, даже наоборот, его боевитость, при высокой компетенции, сыграла в научно-производственной жизни Урала положительную роль».

Анатолий Павлович Сигов очень деликатно и «мягко» охарактеризовал «острые черты характера» Шадлуна. Николай Акимович был гипертрофированно авторитарен, амбициозен и знал себе цену. Цена была высокая, и он постоянно об этом напоминал. Об его «острые черты» больно «порезалось» немало тех, с кем он работал. Но цена Шадлуна была не «дутой». Она обеспечивалась, как золотом, его высочайшей научно-педагогической компетентностью.

Он создал первый в стране курс лекций по геологии калийных месторождений, рукопись которого, переданная мне его дочерью, хранится в архиве Музея истории Горного университета. По инициативе Н. А. Шадлуна немало выпускников горного факультета УПИ 1928 г. были командированы в Соликамск, став там видными инженерами.

В начале 1920-х гг. при геологических исследованиях стали применять микроскоп. Это позволяло поднять на качественно более высокий уровень изучение руд и горных пород. Но в СССР микроскопы не выпускались, и Шадлун добился, чтобы их в нужном количестве купили в Германии. Получив микроскопы, он создал курс минераграфии, сначала факультативный, а потом этот курс был включен в учебный план. Занятия по минераграфии он проводил не только в институте, но и на рудниках. Это позволяло студентам изучать месторождения в «натуре», а рудничным геологам знакомиться с новейшими методами исследования.

Сам Николай Акимович владел этим методом в совершенстве, применив его для изучения руд титаномагнетитовых месторождений в Кусинском районе на Южном Урале. Свидетелем этих исследований был Г. Н. Вертушков (1909–1994): «Тогда (в середине 1920-х гг. – *В. Ф.*), – вспоминал Григорий Николаевич, – остро стоял вопрос об использовании … титаномагнетитов Кусинского месторождения. Шадлун начал их изучать под микроскопом. И он увидел не структуру распада, а агрегат … ильменомагнетитовый … Я не знаю, разделял он его или нет в лабораторных условиях, но предложил извлекать из кусинских … руд магнетит и ильменит. В магнетите – железо и ванадий, в ильмените – титан. Титан для получения титановых белил и ферротитана …, а магнетитовый концентрат – на доменный передел. Это самая выдающаяся работа Шадлуна».

Но не единственная. В 1930–1931 гг. он выполнил еще одну важнейшую работу, на этот раз для уральской медеплавильной промышленности, проведя с сотрудниками и студентами комплексную ревизию Дегтярского медноколчеданного месторождения, которое считалось сырьевой базой для будущего Средне-Уральского медеплавильного завода (СУМЗ). Богатый опыт, тонкая интуиция и тщательный анализ фактических данных позволили Николаю Акимовичу дать обоснованный прогноз не только запасов месторождения, но и установить закономерности развития рудных тел на глубину. Эксплуатация месторождения подтвердила его выводы. Геологами – теоретиками и практиками – долгие годы обсуждался вопрос о «второй Дегтярке», якобы, залегающей под известными

рудными телами. Поисковые и разведочные работы, проводившиеся на месторождении в течение двух десятков лет с применением глубокого бурения, дали отрицательный результат, не опровергнув, таким образом, прогноз Н. А. Шадлуна.

Опыт можно передать, методам исследования научить, интуиция является «вещью в себе». Она или есть или ее нет. У многих учеников Шадлуна она была, и они стали известными учеными: Сергей Андреевич Вахромеев (1899–1984) – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведовавший кафедрами в Свердловском горном и Иркутском политехническом институтах, издавший в 1936 г. книгу своего учителя «Введение в курс рудных месторождений»; Илья Ильич Малышев (1904–1973) – один из организаторов геологической службы СССР, министр геологии СССР, доктор геолого-минералогических наук, продолжил работы Николая Акимовича по изучению титаномагнетитовых месторождений Урала; Святослав Нестерович Иванов (1911–2003) – член-корреспондент АН СССР, лауреат Сталинской премии, директор Института геологии и геохимии УФАН СССР, первооткрыватель Ново-Сибайского медноколчеданного месторождения; Дмитрий Сергеевич Штейнберг (1910–1992) – доктор геолого-минералогических наук, профессор, крупнейший петролог Урала и другие.

Работая над книгой «Отечества пользы для …», я в 1990 г. попытался расспросить Иванова и Штейнберга о Шадлуне. Но оба, видимо, за давностью времени почти ничего не вспомнили об учителе. Один из них мне сказал, что на рабочем столе Николая Акимовича был всегда идеальный порядок, а второму припомнились идеально заточенные карандаши. И все.

Геологом, доктором геолого-минералогических наук стала и дочь Николая Акимовича Татьяна Николаевна. Она начала учиться в Уральском геологоразведочном институте в 1931 г., но завершила образование спустя пять лет в Московском геологоразведочном. Ученица академика А. Г. Бетехтина (1897–1962), Татьяна Николаевна возглавила после его смерти, созданную им минераграфическую лабораторию в Институте геологии рудных месторождений (ИГЕМ АН СССР), стала известным в СССР и за рубежом специалистом по минералогии и минераграфии рудных месторождений, много работала на Южном Урале, изучая колчеданные и колчеданно-полиметаллические месторождения. В честь ее научных заслуг минерал из класса сульфидов, открытый в 1973 г. в Норильском рудном районе, был назван *шадлунит*ом.

В Свердловске Н. А. Шадлун пережил семейную трагедию, когда в 1928 г. по так называемому «Шахтинскому делу» был арестован брат Георгий, приговоренный трибуналом к расстрелу, который позже был заменен десятью годами заключения с условием строгой изоляции. Через два года был арестован и Николай Акимович. Следствие, длившееся несколько месяцев, закончилось его освобождением во многом благодаря ходатайству жены. Так по крайней мере утверждала Татьяна Николаевна. Он вернулся в Свердловск, чтобы умереть в августе 1932 г. от рака печени.

Филатов В. В., *профессор*

NATURAL SCIENCES

About methodological principles of geofields interpretation / *Vinogradov A. M., Sapozhnikov V. M.*

It is shown that the theory and practice of description and interpretation of physical and other fields of geology using existing major methodological principles. They reveal the qualitative and quantitative characteristics of the object and the subject of research. The system unity of these systems opens approaches and prospects for creation of a general interpretation algorithm of geo-fields.
Keywords: geophysics, geology, field, interpretation, classification, methodology, formalization; algorithmization.

References

1. Mjagkov V. F. Structural geometry-statistical model of geological fields composition and methods of solution of geological problems / / Izvestiya Vuzov. Geology and Exploration. 1982. No. 3. p. 44–58.
2. Sobolevsky P. K. Modern mining geometry / / Socialist reconstruction and science. 1932. No. 17. P. 3–18.
3. Chetverikov L. I. Theoretical principles of for exploration of mineral resources. M.: Nedra, 1984. p. 156.
4. Sadovsky V. N. Fundamentals of general systems theory. Moscow: Nauka, 1974. p. 279
5. Urmantsev A. Yu. Principles of General Systems Theory // System analysis and scientific knowledge. Moscow: Nauka, 1978. p. 7–41.
6. Zhdanov M. S. Theory of inverse problems and regularization in geophysics. Scientific World, 2007. p. 712.
7. Nikitin A. A. Theoretical basis of geophysical data processing: a textbook for higher schools. Moscow: Nedra, 1986. p. 342.
8. Strakhov V. N. The most important task in development of theory and practice of interpretation of potential fields in the early XXIrst century – destruction of a prevailing stereotype of thinking // Geophysics. 2001. No. 1. p. 3–18.
9. Yanovskaya T. B., Porokhova L. N. Inverse problems of geophysics: aid for studies. Leningrad: LSU, 1983. p. 212.
10. Rodionov P. F. Ten years of electrometry in searching for massive sulfide deposits in the Urals / / Non-ferrous metals. 1938. No. 6. p. 28–37.
11. Electrical exploration of ore fields by charge method / M. V. Semenov [et al.] Moscow: Nedra, 1984. p. 216.
12. Flux Ja. Sh. Assessment of prospects of copper mineralization by a method of integrated interpretation of geological, geophysical and geochemical data with the help of computer: Author's abstract of thesis. Candidate of Geol.-Mineral. Scs. Sverdlovsk: SMI, 1968. p. 189.
13. Kosygin Yu. A. Tectonics. Moscow: Nedra, 1988. p. 462.
14. Geological bodies: Terminology reference / Ed. by Yu. Kosygin, V. A. Kulyndyshev, V. A. Soloviev. M.: Nedra, 1986. p. 334.
15. Guberman Sh. A. Informal data analysis in geology and geophysics. Moscow: Nedra, 1987. p. 261.
16. Careri J. Order and disorder in the structure of matter. Moscow: Mir, 1985. p. 232.
17. Vinogradov A. M. System of geofields study in search of massive sulfide deposits in the Southern Urals: Author's abstract of thesis. Dr. of Geol.-Mineral. Scs. Ekaterinburg: USI, 1992.
18. Vinogradov A. M. To the method of assessment of informative geological bodies / / Izvestiya

Vuzov. Geology and Exploration. 1990. No. 5. p. 90–98.
19. Vinogradov A. M. About indications of geofields ordering in studies of geological bodies structure // News of the higher institutions. Geology and Exploration. 1990. No. 10. p. 45–53.
20. Vinogradov A. M. Block-scheme of a general algorithm of geological interpretation of material and energy fields // Geophysics and Mathematics: Proceedings of the Second All-Russia. Conf. / Ed. by Acad. V. N. Strakhov. Perm: Mining Inst. UB RAS, 2001. p. 42–56.
21. Golomolzin V. E., Titov V. A., Denisov A. F. Physical and geological model of uranium-ore-controlling structure in metamorphosed rocks of Proterozoic schungite-containing rocks / / Methods of ore geophysics. Geophysical and geochemical methods in search and exploration of deposits of hydrogenic type. Leningrad: SPA "Rudgeofizika", 1989. p. 114–123.

Vinogradov Albert Mikhailovich – Doctor of Geological-Mineralogical Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Regional geophysics. Institute of Geophysics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. E-mail: gopm@mail.ru
Sapozhnikov Vadim Mikhailovich – Doctor of Geological-Mineralogical Sciences, Professor of Geophysics. Ural State Mining University. E-mail: elrswm@ursmu.ru

The groundwater resources of the Yamal-Nenets oil and gas producing region and problems of their use / *Beshentsev V. A.*

Groundwater resources and problem of their use in the Yamal-Nenets oil and gas producing region are discussed. Results of analyses of resources and groundwater resources of the region are presented.
Keywords: resources, reserves, permafrost rocks, quality, water consumption; region; burial.

References

1. Beshentsev V. A. Fresh ground waters of Yamal-Nenets Autonomous District. Ekaterinburg: Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (UB RAS), 2006. p. 149.
2. Beshentsev V. A. Resources and quality of natural waters of the Yamal-Nenets oil and gas producing area and their use // Bulletin of the Tyumen State University. 2012. No. 4. pp. 17–28.
3. Kozlov P. A., Arkhipov B. P. Changes in chemical composition of fresh ground waters of the Middle-Amur Artesian Basin in technogenic disturbed conditions // Proceedings of the XVth All-Russia conference on ground waters of Siberia and the Far East. Tyumen, 1997. pp. 38–39.
4. Matusevitch V. M., Shubenin N. G., Tsatsulnikov V. T. Hydrogeology of oil and gas fields in the Western Siberia. Tyumen: TSOU, 1990. p. 102.

Beshentsev Vladimir Anatalyevich – Professor, Department of Applied Geology. Tyumen State Oil and Gas University. E-mail: vladimichtyumen@mail.ru

Ecological-geochemical assessment of soils on the territory of projected Bystrinsky GOK (concentration plant) / *Kotovich A. A., Guman O. M., Makarov A. B., Antonova I. A.*

The work is devoted to investigation of distribution of heavy metals in soils on the territory of the projected Bystrinsky GOK. The main types of soils are distinguished, their chemical composition is studied, the main pollutants are revealed and their regularities of distribution, taking into account the existing landscape
Keywords: soil types, heavy metals, scattering aureole.

References

1. Guman O. M., Makarov, A. B., Musina O. M. Features of engineering research during development of ore deposits in the Urals // News of the higher institutions. Mining Journal. 2012. No. 1.

pp. 134–137.

2. Assessment of the environment state and direction of dumps reclamation of Buribaevsky GOK / O.M. Guman [et al] // News of the higher institutions. Mining Journal. 2011. No. 8. pp. 58–61.

3. Technogenic mineral deposits of pyrite cinders and their impact on the natural environment / O. M. Guman [et al] // News of UrSMU, 2012. Issue 27/28. pp. 57–60.

4. Experience of decoding of aerial photographs in engineering and environmental studies: Materials of the VIIIth All-Russia Conference of surveying organizations. 2012. pp. 133–134.

Kotovich Alevtina Aleksandrovna – a 5th-year student. Ural State Mining University. E-mail: alenkoi_cveto4eg@mail.ru

Guman Olga Mikhailovna – Doctor of Geological and Mineralogical Scs, Professor of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology department. Ural State Mining University E-mail: guman@sc.ursmu.ru

Antonova Irina Aleksandrovna – Candidate of Geological and Mineralogical Scs, Associate Professor of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology department. Ural State Mining University.
E-mail: dolinina_ira@mail.ru

Makarov Anatoly Borisovich – Doctor of Geological-Mineralogical Scs,, Professor of Geology and Exploration of Mineral Deposits Dept. Ural State Mining University. E-mail: Anatoliy.Makarov@m.ursmu.ru

Assessment of methods of waste waters cleaning from nitrogen for drainage waters of mining enterprises / *Studenok A. G., Studenok G. A., Revvo A. V.*

The analysis is carried out of applicability the currently existing industrial water purification methods from nitrogen compounds (ammonia, nitrite and nitrate nitrogen) for conditions of treatment of drainage water of mining enterprises. For cleaning of drainage waters of mining enterprises, using explosives based on ammonium nitrate, the process of aerobic-anaerobic biological treatment, applying ANAMMOX technology, is considered to be a promising method of drainage waters purification being characterized by significantly lower power consumption and volumes of waste formation.
Key words: drainage waters of mining enterprises; nitrogen compounds; wastewater treatment methods: adsorption; ion exchange; reverse osmosis; electrodialysis; ozonoliz; hypochlorite; nitrification; denitrification; ANAMMOX process.

References

1. Quantitative assessment of contribution of blasting operations into pollution of quarry drainage waters by nitrogen compounds / A. V. Khokhryakov [et al] // News of the higher institutions. Mining Journal. 2005. No. 6. pp. 29–31.

2. Water quality standards for fishery water bodies, including the standards of maximum permissible concentrations of harmful substances in fishery water bodies: approved by the Order of the Federal Agency on Fishery of January 18, 2010, No. 20. Moscow, 2010.

3. The maximum permissible concentration (MPC) of chemical substances in water bodies of potable and domestic water use. Hygienic standards GN 2.1.5.1315-03. Moscow: Russian Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances Ministry of Health of Russian Federation, 2003.

4. The Water Code of Russian Federation of June 03, 2006 No. 74-FZ (with amendments of December 7, 2011).

5. Matsuska O. V., Paranyak R. P., Gumnitsky Ya. M. Adsorption of wastewater constituents by natural sorbents // Chemistry and technology of water. 2010. vol. 32, No. 4. pp. 399–407.

6. Nikashina V. A., Serova I. B., Katz E. M. Cleaning of artesian drinking water from ammonium ion on natural klinoptilolith-containing tuff. Mathematical modeling and calculation of the sorption

// Sorption and chromatographic processes. 2008. vol. 8. issue 1. p. 23–29.
7. Designing of facilities for treatment of waste water: ref. manual to SNIP 2.04.03-85. Moscow: Stroyizdat, 1990.
8. Dytnersky Yu. I. Reverse osmosis and ultrafiltration. Moscow: Chemistry, 1978. 352 p.
9. Chemical encyclopedia. Moscow: Great Russian Encyclopedia, 1992. vol. 3. 632 p.
10. Dolina L. F. New methods and equipment for disinfection of wastewater and natural waters. Dnepropetrovsk: Continent, 2003. p. 218.
11. Semenov M. A., Kuzminkin A. L. The use of ozone for water treatment. Advanced technologies of non-chemical and environmentally friendly treatment of drinking water, waste water and for water treatment processes (ITT WEDECO (Germany) Ltd. "WEDECO Center") / / Water in Industry 2010: Proceedings of Reports of interdisciplinary conference. Moscow: OOO "INTEKHO", 2010. p. 94.
12. Gerke, G., Lippman D. Removal of ammonia nitrogen, ammonium nitrogen and urea oxidation by hipohlorito-containing solutions from the exhaust air in installations producing ammonia and urea // Pat. Russia No. 2465950 C1.
13. Kudryavsky Yu. P. Features of chemical processes of decontamination of ammonium-containing solutions and wastewater by hypochlorite pulp, being formed during the purification of exhaust gases from chlorine by lime milk / / Modern high technologies. 2008. No. 1. p. 15–19.
14. Lobanov S. A. Technology of separation and utilization of ammonia nitrogen from waste water of chemical plants: Author's abstract of thesis of Candidate. Techn. Scs. Perm: Perm State Technical University, 2007.
15. Broda E. Two kinds of lithotrophs missing in nature // Z. Allg. Mikrobiol. 1977. vol. 17. p. 491–493.
16. Anaerobic ammonium oxidation discovered in a denitrifying fluidized bed reactor / A. Mulder [et al.] // FEMS Microbiol. Ecol. 1995. vol. 16. p. 177–184.
17. Missing lithotroph identified as new planctomycete / M. Strous [et al.] // Nature. 1999. vol. 400. p. 446–449.
18. Anammox bacteria disguised as denitrifiers: nitrate reduction to dinitrogen gas via nitrite and AMMonium / B. Marcel [et al.] // Environmental Microbiology. 2007. vol. 9 (3). p. 635–642.
19. Halemsky A. M., Shvets E. M. Method for biological treatment of sewage // Pat. Russia No. 2296110 C1.
20. Halemsky A. M., Shvets E. M., Ambrose I., Slyusarchik E.P . Method of biological wastewater treatment // Pat. Russia No. 2440307 C2.

Revvo Anastasiya Vladimirovna – postgraduate student of the Department of Environmental Engineering. Ural State Mining University. E-mail: ahankova@inbox.ru
Studenok Andrei Gennadyevich – Ph.D., Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Engineering. Ural State Mining University.
Studenok Gennady Andreyevich – postgraduate student of the Department of Environmental Engineering. Ural State Mining University.

TECHNICAL SCIENCES

Assessment of the accuracy of surveying-geodetic support in construction of high engineering structures and methods of its increasing / *Bannikov A. E., Golubko B. P.*

This article says about the main principles of geodetic support in construction of high-rise engineering structures. The most popular method of orientation – linear-angular resection- has been considered (free station). The formulae are given for calculation of preliminary calculation of the accuracy of works performed. These formulae will help to determine at the project phase whether it is possible to use the suggested method, or we need to use anything else (e.g. laser projection).

Key words: geodetic support;inverse linear-angular resection.

References

1. SNIP 3.01.03-84. Geodetic works in construction. M.: USSR State TSITL, 1985.
2. Manual for surveying works in construction (to SNIP 3.01.03-84). Moscow: Central Research Institute of the USSR OMTPGosstroy. 1985.
3. Gordeev V. A. Theory of measurement errors and equalization calculations: aid for studies. Ekaterinburg: Ural State Mining University, 2004. p. 429 .
4. Golubko B. P., Gordeev V. A., Yakovlev V. N. Surveying. Part 1. Surveying works in quarries and pits: aid for studies. Ekaterinburg: Ural State Mining Universiy, 2010. p. 210.

Bannikov Anton Evgeniyevich – postgraduate. Ural State Mining University. E-mail: bannikovaesun@mail.ru
Golubko Boris Pavlovich – Candidate of Technical Scs., Professor. Ural State Mining University. E-mail: golubko.b@mail.ru

Investigation of air flow circulation under influence of Coriolis force / *Makarov V. N., Gorbunov S. A., Bautin K. V., Bautin S. P.*

Based on the analysis of ascending swirling flows a statistical method of linear planning of experiments is suggested to study the effect of the Coriolis forces onto the air, caused by the Earth's rotation. The results of experimental studies confirm the possibility to use the air circulation energy, which it receives from the action of the Coriolis forces, for development of alternative sources of renewable energy to increase the economic efficiency of mining enterprises. Optimization of geometrical parameters of the proposed device allows to develop vortex generator of energy, using unlimited possibility of energy influence of Coriolis forces onto rising air flows from fans of the main ventilation.
Keywords: *circulation; air; Coriolis force, rising swirling flows, the main ventilation fan.*

References

1. Bautin S. P .Tornado and the Coriolis force. Novosibirsk: Nauka, 2008. p. 96.
2. Bautin S. P., Obukhov A. G. Mathematical modeling of destructive atmospheric whirlwinds. Novosibirsk: Nauka, 2012. p. 152.
3. Varaksin A.Yu., Romash M. E., Kopeytsev V. N. Tornado. Moscow: PhisMathLit, 2011. p. 154.
4. Bautin S. P., Krutova I. Yu. Twist of gas during continuous drain in conditions of gravity and Coriolis // Thermal physics of high temperatures. 2012. vol. 50, No. 3. p. 473–475.
5. Bautin S. P., Obukhov A. G. Mathematical modeling and numerical calculations of flow in the bottom of tropical cyclone // Bulletin of Tyumensky State Univ., 2012. No. 4. p 175–182.
6. Obukhov A. G. Mathematical modeling and numerical calculations of flow in the bottom of tornado // Bulletin of Tyumensky State University. 2012. No. 4. pp. 183–188.

Makarov Vladimir Nikolaevich – Professor, Doctor of Technical Scs., Head of Administration of Innovation and Development. Ural State Mining University. E-mail: Uk.intelnedra@gmail.com
Bautin Sergey Petrovich – Doctor of Physical and Mathematical Scs., Professor at the Department of Higher Applied Mathematics. Ural State University of Railway Transport.
Bautin Konstantin Viktorovich – Associate Professor, Candidate of Physical and Mathematical Scs., researcher. Ural State University of Railway Transport.
Gorbunov Sergey Andreevich – postgraduate student, Head of Transfer and Technology department. Ural State Mining University.

Influence of the type of activation of neurons functions on a relative error of power consumption forecast / *Degtyarev E. A., Karjakin A. L.*

The authors estimate the influence of the type of functions of neurons activation in artificial neural networks onto relative error of power consumption forecast at a production plant.
Keywords: mining enterprise, artificial neural network, forecasting of power consumption, function of neurons activation, shop of agglomeration; electricity.

References

1. Barsky A.B. Neural networks: identification, management, decision-making. M.: Finance and Statistics, 2004. 176 p.

2. Kruglov V.V., Borisov V.V. Artificial Neural Networks. Theory and Practice. M. Hotline - Telecom, 2001. p. 382.

3. Rutkovskaya D., Pilinsky M., Rutkovsky L. Neural networks, genetic algorithms and not clear systems / translation from Polish. I. D. Rudinsky. Moscow: Hotline - Telecom 2006. p. 452.

4. Haikin S. Neural Networks. 2nd ed., translation from English by N.N. Kussul and Shelestov A. Yu. Moscow: Williams, 2006. p. 1104.

5. Karjakin A. L., Belov K. D., Degtyarev E. A. Forecast of power consumption by a shop of agglomeration on the basis of a method of artificial neural networks // News of the higher institutions. Mining Journal. 2008. No. 8. p. 126–127.

6. Bavrin I. I. Theory of Probability and Mathematical Statistics. M.: Higher School, 2005. p. 160.

7. Taylor Dj. Introduction into the theory of errors: translation from English. Moscow: Mir, 1985. p. 272.

Degtyarev Yevgeny Andreevich – a senior lecturer at the department of electrification of mining enterprises. Ural State Mining University. E-mail: e.degtyarev@m.ursmu.ru
Karjakin Aleksander Livievich – Head of the department of electrification of mining enterprises, Doctor of Technical Scs., Professor. 620144, Yekaterinburg, 30, Kuibyshev St., Ural State Mining University. E-mail: Aleksandr.Karyakin@m.ursmu.ru

Elements of calculation of container pneumatic transportation / *Davydov S. Ya., Potapov V. Ya., Kostyuk P. A.*

A scheme is presented for determining the quantity of containers in a system of container pneumatic transportation (CPT). The schemes of material particles traffic are given to determine the angular velocity of a container. Also the formula is given for determining the final velocity of containers train in a pipeline, while a non-stop moving in the CPT.
Keywords: container pneumatic transport, length of a discharge section, angular velocity, the process of emptying, free-flowing material.

References

1. Davydov, S. Ya., Maltsev A. M. Container pneumatic transport and its use for transportation of bulk cargo. M. TsNIItsvetmet of Economics and Information in 1981. p. 48.

2. Davydov S. Ya. Energy-saving equipment for transportation of bulk materials: Research, development, production. Yekaterinburg: SEI HPE Ural State Technical University, 2007. p. 317.

3. Davydov S. Ya. Container pneumatic transport with high capacity / S.Ya. Davydov [et al] // New refractories. 2005. No. 7. pp. 17–21.

4. The design completion of flow system of pneumatic container transportation / S.Ya. Davydov [et al] // New refractories. 2010. No. 5. p. 15–20.

5. Davydov S.Ya., Kozhushko G.G., Sychev S.N. Experimental studies of unloading process of

bulk material from a rotating container of container pneumatic transport // New refractories. , 2011. No. 2. p. 9–14.

About methods of assessment of mine workings stability / *Reznikov M. A.*

The brief critical review is given of existing methods of assessment of stability of mining pits. It is suggested to assess the stability of underground workings with the help of the coefficient of stability reserves for the weakest lines, which may be determined by variation of calculated lines. The order of calculating of holding and shearing forces on the calculated line in the vicinity of a single underground working is given.
Keywords: stability; winze; holding and shearing forces; stability factor.

References

1. Reznikov M. A. Variational method in calculation of stability of mine workings and structures. Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, Deutscland.

2. Rekleytis G., Reyvindran A., Regsdel K. Optimization in Engineering / translation from English. Moscow: Mir, 1986.

Reznikov Mikhail Aleksandrovich – Ph.D., Assistant Professor at Higher Mathematics department. Magnitogorsk State Technical University.
E-mail: Reznikotkos@mail.ru

Systematization of methods of the cost management of company / *Mochalova L. A., Jurak V. V.*

Systematization of existing methods of a company cost management has been made, resulting in development of the author's approach to the cost management of enterprise. The practical significance of the author's approach is explained by higher efficiency in management of the process of value creation. The management must determine what measures are to be taken either progressive or radical ones.
Keywords: cost management business; business cost management methods, factor analysis, cycle of business cost management.

References

1. Coupeland T., Koller T., Murrin J. Cost of companies: assessment and management. Moscow: Olymp-Business, 1999. p. 564.

2. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. Measuring and managing of companies value of / McKinsey & Company; Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken. New Jersey. Published simultaneously in Canada. 2010. p. 837.

3. Scott M. K. Cost Factors: a guide for managers to identify the key factors of value creation: translation from English. Moscow: Olymp-Business, 2000. p. 427.

4. The concept of enterprise value management URL: http://www.job.bkt.ru

5. Shkolnikov Yu. V. Speech at the conference // Investment Opportunities in Russia. URL: http://www.ivr.ru

6. Egerev I. A. Business value: the art of management: aid for studies. Moscow: Business, 2003. p. 480. URL: http://www.rusconsult.ru

Analysis of problems and possible management solutions for projects realization on utilization of associated oil gas: role of state and small business / *Sheikin A. G., Zharova T. Yu.*

The subject of the work is to analyze problems and possible management decisions during projects

realization on utilization of associated petroleum gas (APG). The aim is to identify the role of government and small business. The paper analyzes the problems of irrational use of associated gas, discusses the current legislative basis in the sphere of regulating of the process of APG and suggestions are given on its improvement. The calculation of penalty payments for gas burning is presented. The role of small oil business in solution of the problem of APG utilization is shown and the necessity in the state support of small and medium-sized oil companies is underlined.
Keywords: associated petroleum gas (APG), government regulation, small oil companies (SOCs), economic incentives, legislation, incineration, recycling.

References

1. Knizhnikov A.Yu., Pussenkova N. N. Problems and prospects for use of associated gas in Russia / / Working Papers of the annual review of the problem within the framework of the project IMEMO and WWF Russia "Environment and Power Engineering. International context". 2009. Issue 1.

2. Korzun E.V. Strategy for sustainable development of small and medium-sized oil and gas companies. St. Petersburg.: SPSMI (TU), 2003. p. 255.

3. How to extinguish flares in Russian oil industry: institutional analysis of conditions of use of complex hydrocarbons (on the example of APG) / V. A. Kryukov [et al.] Novosibirsk: IEIE SB RAS, 2008. p. 340.

4. Milovidov K. N., Kalashnikov T. V. Organization and management of the service sector in exploration and development of oil and gas fields (international practice), aid for studies. Moscow: Oil and Gas, 2005. p. 139.

5. Drucker P. F. Effective management. Economic problems and optimal solutions / translation from English by M. Kotelnikova. Moscow: FAIR PRESS, 2002. p. 488.

6. Karasev V. N. Normative-legislative basis is the foundation for rational use of associated petroleum gas // Gas business. 2008. No. 3. p. 6–18.

7. Korobova N. L. It is still very far from high effects from the work of the Kyoto Protocol. / / Oil and gas vertical. 2008. No. 21. p. 54–64.

8. Volkov D. I. Choice of the model of the supply system optimization for gas pipeline transport in Russian Federation // Oil and the capital. 2008. No. 6. p. 46–52.

9. Karaganov V. V. There is no need in revolutionary approaches to increase the efficiency of utilization of associated gas. / / Oil and the capital. 2007. No. 11. p. 78–85.

10. Lim B. It is necessary to establish proper conditions to increase the capacity on NPG processing // Oil and gas vertical. 2007. No. 21. p. 46–52.

11. Cherepovitsyn A. E. Economic assessment of "carbon" investments in the context of the Kyoto Protocol // Problems of modern economy. 2008. No. 1 (25). p. 183–186.

12. About measures on encouragement of reducing of air pollution by products of associated gas burning in flares: Resolution of the Russian Government of 08.01.2009, No. 7. URL: http://www.innovbusinesp.ru.

Sheikin Artem Gennadyevich – PhD, Doctoral student in management. University of Management and Economics. E-mail: udprf78@gmail.com

Zharova Tatiana Yuryevna – postgraduate of the Department of Organization and Management. National University of Mineral Resources "Gorny". E-mail: tanushka1320@yandex.ru

Social-economic and humanities sciences conditions for practical realization of the concept of sustainbale development and formation of "green" economy / *Mochalova L. A., Ternovsky Ya. V., Borisov A. V.*

In this paper the authors say about the necessity of going out from the global man-made crisis and prevention of human civilization's destruction through the transition to a model of sustainable

development. Conditions are characterized for practical realization of the concept of sustainable development and formation of a right, "green" economy. They also discuss directions of improvement of instrumentation for state economic regulation of ecological activity.
Key words: human civilization; global man-made crisis; concept of sustainable development; "green" economy.

References

1. Farrell J. Giza Death Star. Moscow: Eksmo., 2009. 352 p.
2. Bakshutov V. K. East or West: who leads the mankind? Ekaterinburg: Elite-Region, 2009. p. 272.
3. The Agenda for the XXIrst century. URL: http://www.un.org
4. Akimov T. A., Moseykin Yu. N. Economics of Sustainable Development: aid for studies. Moscow: Economics, 2009. p. 430.
5. Global Environment Perspective (GEO-5). URL: http://ecodelo.org/v_mire/15681-globalnaya_ ekologicheskaya_perspektiva_dlya_rio20
6. Our Common Future: Report of the International Commission on the Environment and Development. Moscow: Progress Publishers, 1989. p. 376.
7. Afanasyeva O. V. Information Transparency and problem of sustainable development // Questions of Philosophy. URL: http://vphil.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=535
8. Tyugashev E. A. Economy of sustainable development: values revival of traditional economy / / Electronic scientific journal "New Researches of Tuva". 2010. No. 2. p. 50–61. URL: http://www.tuva.asia
9. The UN Millennium Declaration. URL: http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N00/559/53/PDF/ N0055953.pdf? OpenElement
10. Towards the "green" economy: the way to sustainable development and poverty liquidation: report of the UN Program on Sustainable Development. URL: http://www.un.org/ru/development/sustainable/ger_synthesip.pdf
11. Taxes, innovation and the environment. URL: http://www. shaneco.ru / Files / file / nalogi% 20i% 20ekologiya. pdf

Mochalova Lyudmila Anatolyevna – Doctor of Economic Scs., Professor, Head of the Department of Economics and Business. Ural State Mining University. E-mail: lutik@mail.utk.ru
Ternovsky Ian Vyacheslavovich – postgraduate of the Department of Economic Theory and Business, Ural State Mining University. Ural State Mining University.
Borisov Alexey Viktorovich – postgraduate of the Department of Economic Theory and Business. Ural State Mining University. Ural State Mining University.

"Chaturanga" project test / *Shorin A. G.*

In the article a method of testing called "Chaturanga" is described, which allows in a few minutes to learn more about any person than during traditional long hours of testing. This test, the roots of which go back to ancient India, was once the forerunner of chess. The modern Chaturanga, remaining true to traditions of fortune-telling in ancient India, has incorporated Western traditions, gaining popularity as the unique project test, being confirmed by more than 15 years of practice in different social groups. The test may be used together with other tests, project or questionnaires, and separately too. Chaturanga has a special significance for practicing psychologists, as well as for those who want to gain an opinion about another person quickly and reliably, for example, Human Resources manager.
Keywords: chaturanga, test, game, selection of personnel; figures; stones.

References

1. Great Soviet Encyclopedia. M.: Soviet Encyclopedia, 1969–1978.
2. Rudin N. M. From the magic square – to chess. Moscow, 1969.
3. Danneman F. History of Natural Sciences. In vol. 2, Moscow, 1932. vol. 1. p. 63.
4. Sargin D. I. Antiquity of checkers and chess games. Moscow, 1915. p. 219.
5. Shorin A. G. Testing with the help of Chaturanga. Ekaterinburg: Aelita, 2012. URL: http://iaelita.ru/aelitashop/item/testirovanie-s-pomoshju-chaturangi.html

Shorin Aleksandr Georgievich – deputy secretary. Editorship of the regional newspaper "Oblastnaya Gazeta". E-mail: sandy_blood@mail.ru

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ В ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ УГГУ»

Уважаемые авторы!

Журнал «Известия УГГУ» предназначен для публикации результатов научных исследований сотрудников, аспирантов, студентов УГГУ и лиц сторонних организаций.

В редакцию необходимо предоставить:

1. Текст статьи на русском языке в электронном и печатном виде (в 2 экз., с подписью автора). Текст должен быть идентичен в обеих версиях. Необходимо указывать номер УДК.

2. Библиографический список. Ссылки на источники должны идти в тексте по порядку – 1, 2, 3). В тексте ссылки заключаются в квадратные скобки. Количество ссылок в тексте должно соответствовать количеству источников литературы в библиографическом списке. Упоминания ГОСТ, СНиП, правил безопасности, нормативных, законодательных и других документов рекомендуется приводить в тексте статьи, не вынося в библиографический список.

3. Аннотацию и ключевые слова. Аннотация должна быть развернутой, не менее 5–6 предложений.

4. Сведения об авторах. Необходимо указать ФИО, должность, ученую степень и звание, место работы (учебы) с указанием полного почтового адреса, контактный e-mail, контактный телефон.

5. Рекомендацию кафедры, или члена редколлегии, или редактора по разделу.

6. Экспертное заключение о возможности опубликования.

Название статьи, аннотация, ключевые слова должны быть переведены на английский язык. Также необходима транслитерация фамилии, имени, отчества, которую Вы обычно используете.

Объем статей вместе с иллюстрациями не должен превышать 10 стр.

Оформление статей

1. Текст статьи набирается в редакторе Microsoft Word, поля документа: левое 3 см, остальные – 2,5 см. Шрифт Times New Roman, 11 кегль, одинарный интервал. Страницы нумеруются.

2. В тексте допускаются только общепринятые сокращения слов. Все сокращения в тексте, рисунках, таблицах должны быть расшифрованы.

3. Формулы должны быть набраны в редакторе Microsoft Equation и пронумерованы, если в тексте имеются ссылки на них.

4. При наборе формул и текста латинские буквы выделяют курсивом, а русские, греческие и цифры – прямым шрифтом.

5. Тригонометрические знаки (sin, cos, tg, arcsin и т. д.), знаки гиперболических функций (sh, ch, th, cth и т. д.), обозначения химических элементов (Al, Cu, Na и т. д.), некоторые математические термины (lim, In, arg, grad, const и т. д.), числа или критерии (Re – Рейнольдса и т. д.), названия температурных шкал (°C – градусы Цельсия и т. д.) набирают прямым шрифтом.

6. Физические единицы приводятся в системе СИ.

Графический материал

Рисунки, карты, чертежи предоставляются в электронном и бумажном виде, в цветном и/или черно-белом исполнении. Изображения должны быть четкими, кон

трастными. Таблицы и схемы должны быть пригодными для правки. Таблицы и схемы, сканированные как изображения, не принимаются.

На картах обязательно указывается масштаб. На чертежах, разрезах, картах должно быть отражено минимальное количество буквенных и цифровых обозначений, а их объяснение – в подрисуночных подписях. Ксерокопии и сканированные ксерокопии фотографий не принимаются. Рисунки с нечитаемыми или плохо читаемыми надписями, с подписями «от руки», слишком тонкими линиями не принимаются.

Текст в рисунках, картах, схемах, таблицах должен быть набран шрифтом Times New Roman.

Подрисуночная подпись должна быть набрана 9 кеглем и шрифтом «Times New Roman», экспликация – 8 кеглем, шрифт тот же.

Основной текст в таблице набирается 9 кеглем, шрифт «Times New Roman», шапка таблицы – 8 кеглем, шрифт «Times New Roman».

Редактура и компьютерная верстка *Шориной Э. В.*
Корректор *Пихтовникова О. Г.*
Перевод на англ. яз. *Удачиной Н. А.*

Подписано в печать 12.07.2013. Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 11,9. Тираж 500. Заказ № 2.

Издательство ФГБОУ ВПО «УГГУ»
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Отпечатано в типографии
ООО «Издательство УМЦ УПИ»
620049, г. Екатеринбург, ул. Гагарина, 35 а, оф. 2