

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«НОРИЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»**

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК АРКТИКИ

№8 2020

Норильск 2020

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК АРКТИКИ

Научно-практический журнал

№8 2020 год

Редакционная коллегия:

Главный редактор **С.Г. Виноградова**, к.филос.н., проректор по науке и стратегическому развитию Норильского государственного индустриального института

Заместитель главного редактора **О.Н. Демченко**, к.филос.н., доцент, доцент кафедры философии, истории и иностранных языков Норильского государственного индустриального института

Члены редколлегий:

Добжанская О.Э., доктор искусствоведения, доцент, профессор кафедры искусствоведения Арктического государственного института культуры и искусства (г. Якутск)

Елесин М.А., к.т.н., доцент, зав. кафедрой строительства и теплогазоводоснабжения Норильского государственного индустриального института

Бремяко В.А., д.т.н., профессор РАН, директор научно-исследовательского центра «Прикладной геомеханики и конвергентных горных технологий» Московского горного института НИТУ МИСИС

Машкин Н.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры инженерных проблем экологии Новосибирского государственного технического университета

Носова О.В., к.с.-х.н., доцент, зав. кафедрой металлургии цветных металлов Норильского государственного индустриального института

Олейникова Н.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры металлургии цветных металлов Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета

Петухова Ж.Г., д.э.н., доцент, профессор кафедры экономики, менеджмента и организации производства Норильского государственного индустриального института

Пилипенко С.С., к.т.н., доцент, зав. кафедрой технологических машин и оборудования Норильского государственного индустриального института

Потапенков А.П., д.т.н., профессор, профессор кафедры технологических машин и оборудования Норильского государственного индустриального института

Сазыкин В.Г., д.т.н., профессор, профессор кафедры применения электроэнергии Кубанского государственного аграрного университета (г. Краснодар)

Склянов В.И., к.т.н., доцент, зав. кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых Норильского государственного индустриального института

Федотова О.Д., д.п.н., профессор, зав. кафедрой «Начальное образование» Донского государственного технического университета (г. Ростов-на-Дону).

Шагалугов С.Х., д.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой физико-математических дисциплин Норильского государственного индустриального института

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

Журнал входит в базу данных (реферативный журнал) ВИНТИ

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Издатель и учредитель: ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

Компьютерная верстка *Т.В. Телелева*

При оформлении обложки использовано фото
А. Харитонова

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведение материалов, публикуемых в журнале, возможна только с письменного разрешения редакции.

При перепечатке ссылка на журнал «Научный вестник Арктики» обязательна.

Адрес редакции:

663310, г. Норильск, ул. 50 лет Октября, 7

ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Редакция журнала.

Тел. (3919) 47-39-44. Факс (3919) 42-17-41.

Адрес в Интернете: www.norvuz.ru

E-mail: rio_ngii@norvuz.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Трофимов В.И.

К вопросу совершенствования метода статического зондирования на мерзлых торфяных грунтах.....5

Пилипенко С.С., Потапенков А.П., Вакуленко А.И., Янко Я.Ю.

Разработка и исследование двухцилиндрового гидропривода для ножниц с наклонными ножами.....9

Жемелев Г.А.

Методы визуализации и параметрического синтеза систем управления.....15

Бунас Е.Г., Склянов В.И., Уфатова З.Г., Корецкий А.С.

Система измерения объёма рудо-минерального сырья при транспортировке на конвейере.....26

Комлев В.Н.

Методология и пример выбора площадок для захоронения радиоактивных отходов.....31

Велюжинец Г.А., Крупнов Л.В., Бородин, Т.Ю.

Паршинцев Е.А., Большакова О.В.

Очистка промышленных и шахтных сточных вод – один из ключевых аспектов экологической политики ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»..... 36

Салимжанова Е.В., Петров А.Ф., Носова О.В., Говорова А.Е.

Лабораторные исследования по переработке медного электролита в гидromеталлургическом производстве Надеждинского металлургического завода ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» на операции автоклавного окислительного выщелачивания пирротинсодержащего сырья..... 44

Уфатова З.Г.

Обоснование параметров камерной выемки с закладкой для подработанных залежей рудников Норильского промышленного района..... 49

Мирошникова Л.К., Семенякина Н.В.

Структурно-тектонические формы Талнахского рудного узла и их геохимическое выражение..... 53

Перепелкин М.А., Склянов В.И., Семькин Е.С., Мокрицкая Н.И.

Роль энергии при эксплуатации землеройно-транспортных машин..... 60

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Брусков А.Л.

Три в одном.....68

СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Мапельман В.М.

Религиозные и морально-нравственные элементы культуры: согласованность, противоречивость, уникальность..... 73

Эртель А.Б., Федотова О.Д.

Особенности изучения Арктического сектора России в процессе проведения сетевых образовательных проектов для школьников.....79

Демченко О.Н., Демченко И.В., Семенов Г.В.

Учение Плотина о мире и назначении человека..... 83

Атлыгина В.А.

Анализ возможностей реализации механизма обеспечения экономической безопасности регионов Крайнего Севера..... 91

Кулян Р.А.

Промышленный технопарк как инструмент развития инвестиционного климата и бизнес-среды моногородов Крайнего Севера.....98

CONTENTS

TECHNICAL SCIENCES

Trofimov V.I.

On the issue of improving the static sensing method on frozen peat soils..... 5

Pilipenko S.S., Potapenkov A.P., Vakulenko A.I., Yanko Y.Y.

Development and research of a hydraulic actuator of sheet scissors..... 9

Jemilev G.A.

Methods of visualization and parametric synthesis for control systems.....15

Bunas E.G., Sklyanov V.I., Ufatova Z.G., Koretsky A.S.

The system for measuring the volume of ore-mineral raw materials during transportation on the conveyor.....26

Komlev V.N.

Methodology and example of selection of sites for disposal of radioactive waste..... 31

Velogenic G.A., Krupnov L.V., Borodina T.U., Parshintsev E.A., Bolshakova O. V.

Treatment of industrial and mine waste water is one of the key aspects of the environmental policy of PJSC MMC «Norilsk Nickel»..... 36

Salimzhanova E.V., Petrov A.F., Nosova O.V., Govorova A.E.,

Processing of copper electrolyte in hydrometallurgical production of Nadezhdinsky steel works PJSC MMC «Norilsk Nickel» on operation of the autoclave oxidizing leaching of the pirotinovy concentrate.....44

Yfatova Z.G.

Substantiation of chamber drawing parameters with layout for worked deposits of mines of the Norilsk industrial area.....49

Miroshnikova L.K., Semenyakina N.V.

Structural-tectonic forms of Talnakh-ore node and their geochemical expression.....53

Perepelkin M.A., Sklyanov V.I., Symykin E.S., Mokritskaya N.I.

The role of energy in the operation of earth moving machines.....60

NATURAL SCIENCES

Bruskov A.L.

Three in one.....68

HUMANITIES SCIENCE

Mapelman V.M.

Religious and moral elements of culture: consistency, inconsistency, uniqueness..... 73

Ertel A.B., Fedotova O.D.

Features of studying the Arctic sector of Russia in the process of conducting network educational projects for schoolchildren.....79

Demchenko O.N., Demchenko I.V., Semenov G.V.

Plotinus's doctrine about world and purpose of the human..... 83

Atlygina V.A.

The author considers the economic security of the subjects of the northern macroregion of the Russian Federation at the regional level.....91

Kulyan R.A.

Industrial technopark as a tool for the development of investment climate and business environment monogorodes of the extreme North..... 98

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДА СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА МЕРЗЛЫХ ТОРФЯНЫХ ГРУНТАХ

Статья касается важной проблемы повышения эффективности инженерных исследований мерзлых грунтов при строительстве дорог и трубопроводов в Арктических зонах. Рассматривается вопрос использования усовершенствованной технологии статического зондирования за счет использования менее энергоемкого процесса погружения конического индентора в мерзлый грунт – его завинчивания. Показана возможность полного отказа от использования задавливающих установок и обосновывается возможность повышения эффективности метода статического зондирования мерзлых торфяных грунтов. В основе решения проблемы лежит оригинальное техническое решение – использование винтовых зондов на мерзлых торфяных грунтах.

Ключевые слова: дороги, мерзлые грунты, статическое зондирование, конус, винтовой зонд.

Одним из важнейших условий эффективного обустройства северных территорий является ускоренное строительство широкой сети дорог и аэродромов [1]. При этом повышаются требования к инженерно-геологическим и проектным работам с целью обеспечения надежности и экономичности строительства транспортных сооружений в Арктических зонах.

На этапе выполнения инженерно-геологических работ приходится учитывать следующие факторы: сезонность выполнения работ и повышенную их сложность, а также влияние переменчивости погодных условий; трудоемкость отбора и сохранения монолитов грунта, включая их сохранение в мерзлом состоянии; низкий уровень полевых испытаний и др. Все это сказывается, в конечном счете, на качестве, стоимости и информативности получаемых данных, необходимых для использования в последующих проектных решениях и прогнозировании поведения строящихся сооружений [1].

Статическое зондирование грунтов является в настоящее время наиболее эффективным методом оценки физико-механических грунтов *in situ*, в том числе мерзлых, например, применительно к строительству внутрипромысловых дорог и трубопроводов в Арктических зонах.

В последней редакции межгосударственного стандарта «Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием» – ГОСТ 19912–2012 расширена область применения метода зондирования путем дополнения функции оценки состояния грунтов. Используя это дополнение, можно, например, определить, находится ли грунт в талом или мерзлом состоянии. В то же время необходимо полностью учитывать нормативные требования при использовании метода статического зондирования на многолетне-мерзлых грунтах, которые представлены в СП 25.13330.2012 «Актуализиро-

ванная редакция СНиП 2.02.04–88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» [2].

При этом необходимо помнить, что на результаты статического зондирования влияют многие факторы, в том числе не явные скрытые и внешне очевидные факторы, под влиянием которых грунт в окрестности зонда может претерпевать значительные и неоднозначные изменения [3].

В последнее время в практике инженерных испытаний грунтов широкое распространение получили методы пенетрации и статического или динамического зондирования конусом. В их основе лежит общий принцип определения сопротивления внедрению в исследуемую дисперсную среду различных наконечников (инденторов).

Метод статического зондирования основывается на равномерном погружении (задавливании) конического индентора в массив с послойным замером сопротивления погружению и трению. Принято разделять собственно пенетрацию, когда глубина погружения наконечника не превосходит его высоту, и зондирование, когда глубина погружения превышает высоту наконечника. Методы пенетрации и зондирования используются для решения широкого круга задач: оценки состояния и плотности системы, определения механических характеристик системы, определения несущей способности свай и др.

В современной практике инженерных изысканий на слабых грунтах широко используются простые полевые приборы – пенетromетры типа П–5 системы Л.С. Амаряна [4].

Однако в связи с тем, что в практике инженерных исследований мерзлых грунтов практически отсутствуют простые приборы для статического зондирования, т.к. для задавливания в мерзлый грунт конуса требуются большие усилия, автором был предложен и разработан метод статического зондирования мерз-

лых торфяных грунтов путем завинчивания специального винтового зонда с конусом на конце.

При этом возможность эффективного использования винтовых зондов для определения физико-механических свойств мерзлых торфяных грунтов в условиях естественного залегания была ранее доказана по результатам многочисленных испытаний [5].

Суть метода заключается в поочередном завинчивании винтового зонда с конусом на конце по скважине и без скважины, с замером в двух случаях крутящих моментов M_1 и M_2 соответственно (рис. 1). При этом винтовой зонд можно завинчивать – погружать ниже скважины или рядом со скважиной. Также необходимо учитывать возможное присутствие различных прослоек в массиве, в частности ледяных, которые должны иметь толщину, превышающие высоту винтового зонда.

Работают по новой методике следующим образом. Замеряют величину крутящих моментов M_1 и M_2 динамометрической рукояткой прибора ВС–2 или ВС–5 и определяют вертикальные усилия P_{z_1} и P_{z_2} согласно расчетной схеме, приведенной на рис. 2, где один виток лопасти винтового наконечника заменен разверткой $N-N$.

Величина удельного сопротивления зондированию P_q определяется по формуле

$$P_q = (P_{z_2} - P_{z_1}) / S_k, \quad (1)$$

где P_{z_2} и P_{z_1} – вертикальные составляющие усилия P при завинчивании винтового зонда с конусом без скважины и по скважине соответственно, создаваемые крутящими моментами M_2 и M_1 и действующие вверх вдоль оси зонда; S_k – площадь основания конуса.

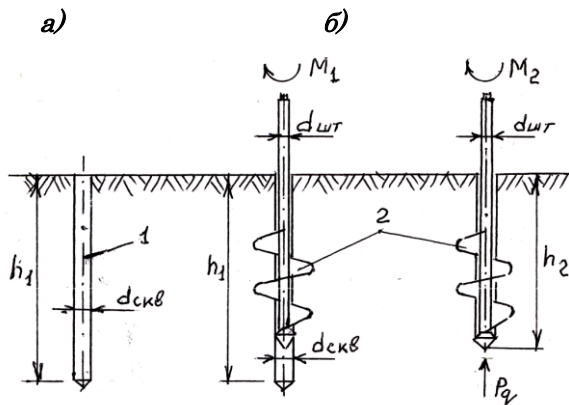


Рис. 1. Схема проведения статического зондирования винтовым зондом с конусом:
 а – с использованием лидирующей скважины;
 б – без использования лидирующей скважины;
 1 – лидирующая скважина; 2 – винтовой зонд с конусом

Из условия равновесия усилие P_z будет равно:

$$P_z = P_x \cdot \operatorname{ctg} \alpha, \quad (2)$$

где α – угол подъема винтовой лопасти.

Выразив усилие P_x через крутящий момент M , получим:

$$P_z = \frac{2M}{D} \operatorname{ctg} \alpha, \quad (3)$$

где D – диаметр винтовой лопасти.

Подставляя выражение (3) в формулу (1), получим:

$$P_q = \frac{8 \operatorname{ctg} \alpha}{\pi d_k^2 D} (M_2 - M_1), \quad (4)$$

где $S_k = \frac{\pi d_k^2}{4}$ (d_k – диаметр конуса).

Введя обозначение

$$\frac{8 \operatorname{ctg} \alpha}{\pi d_k^2 D} = k, \quad (5)$$

получим окончательно:

$$P_q = k (M_2 - M_1). \quad (6)$$

На основе предложенного метода статического зондирования мерзлых грунтов с использованием винтового зонда с конусом было разработано устройство, входящее в комплект прибора – винтового сдвигомера ВС–5 [5]. Конструкция

устройства для статического зондирования мерзлых грунтов представлено на рис. 2 и рис. 3.

Основным рабочим элементом устройства является винтовой зонд 1 с конусом 2 на его конце (рис. 2). При этом винтовой зонд 1 соединен через приводную штангу 3 с динамометрической рукояткой 4 прибора ВС–5.

Краткая техническая характеристика устройства:

- максимальный крутящий момент, Н·м – 60;

- диаметр приводной штанги, мм – 22.

Параметры винтового зонда:

- шаг винтовой лопасти, мм – 24;

- диаметр винтовой лопасти, мм – 36;

- диаметр конуса, мм – 16,2;

- угол при вершине конуса, град – 30;

- высота винтового зонда, мм – 60.

Масса устройства, кг – 7.

Обслуживающий персонал, чел. – 1.

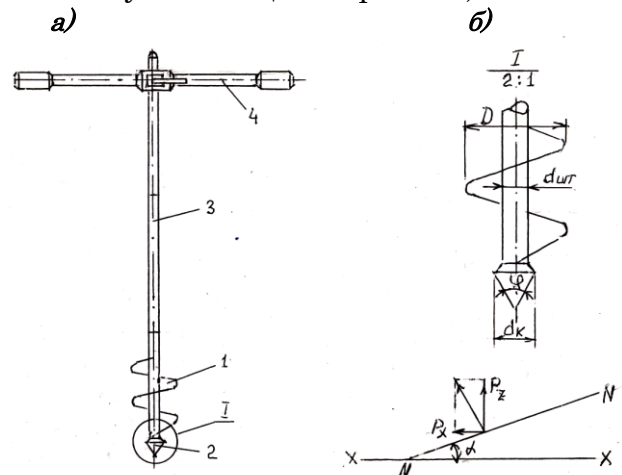


Рис. 2. Конструктивная схема устройства для статического зондирования мерзлых торфяных грунтов и расчетная схема:
 а – конструкция устройства; б – расчетная схема;
 1 – винтовая лопасть; 2 – конус; 3 – приводная штанга; 4 – динамометрическая рукоятка

Диаметр винтовой лопасти зонда и шаг винтовой лопасти выбраны по результатам выполненных ранее исследований по обоснованию параметров винто-лопастных зондов [5]. При этом необходимо соблюдать условие постоянства шага лопасти (угла наклона винтовой линии), т.к. его несоблюдение приводит к изменению скорости погружения

конуса и, как следствие, – к искажению получаемого параметра P_q . Диаметр конуса и угол при его вершине выбраны также по результатам выполненных специальных исследований.



Рис. 3. Винтовой зонд с конусом на конце

С учетом выбранных параметров определена постоянная винтового конуса $\kappa = 0,81$ ($d_k = 16,2$ мм, $S_k = 2,06$ см²; $\text{ctg } \alpha = 3$). Тогда формула (6) по расчету P_q примет вид:

$$P_q = 0,81(M_2 - M_1). \quad (7)$$

Работают с устройством следующим образом. Бурится скважина на глубину исследуемого слоя массива, диаметром равным или несколько большим диаметра конуса винтового зонда. Затем по скважине равномерно погружается – заворачивается зонд с замером по динамометрической рукоятке крутящего момента M_1 . Далее винтовой зонд погружается ниже скважины с замером крутящего момента M_2 или же зонд вывинчивается из скважины и погружается рядом с ней с замером также момента M_2 . При этом наиболее эффективно будет,

если сразу набурить несколько скважин различной глубины, закрыв их сверху мхом, с целью предотвращения переохлаждения или оттаивания скважины, а затем поочередно погружать в них зонд.

Все результаты испытаний заносятся в специальную таблицу, где указываются глубина зондирования по слоям массива и соответствующие значения моментов M_1 и M_2 , а также температура грунта.

В заключение можно сказать, что выполненные пробные испытания доказали работоспособность предложенной технологии определения показателей статического зондирования на мерзлых торфяных грунтах на основе использования винтовых зондов с конусом, что позволяет продолжить работы по совершенствованию конструкции устройства. В частности, замер усилия сопротивления статическому зондированию конуса может выполняться датчиком давления, который закрепляется на конусе и соединяется с электронным устройством видеофиксации сигнала, смонтированным на динамометрической рукоятке.

На основании полученных результатов пробных испытаний предложенная технология может быть рекомендована к использованию в инженерных исследованиях мерзлых торфяных грунтов для выполнения ориентировочных расчетов на стадии предварительного проекта.

1. Трофимов В.И. Повышение эффективности транспортного строительства в арктических зонах // Научный Вестник Арктики. №3. 2018. С. 31–39.

2. Исаев О.Н. Нормативные требования по использованию статического зондирования на многолетнемерзлых грунтах // Материалы Десятой Общероссийской конференции изыскательских организаций: Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации. М.:

Академическая наука: Геомаркетинг, 2014. С. 60–61.

3. Приклонский В.В. Статическое зондирование: новый взгляд – новые возможности // Геотехника. 2014. №1–2. С. 85–98.

4. Амарян Л.С. Свойства слабых грунтов и методы их изучения. М.: Недра, 1990. 220 с.

5. Трофимов В.И. Геотехнология и строительство на мерзлых органоминеральных грунтах: монография / В.И. Трофимов, В.Г. Кондратьев. Тверь: Изд-во ТвГТУ, 2014. 268 с.

С.С. Пилипенко, А.П. Потапенков,
А.И. Вакуленко, Я.Ю. Янко

ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХЦИЛИНДРОВОГО ГИДРОПРИВОДА ДЛЯ НОЖНИЦ С НАКЛОННЫМИ НОЖАМИ

Рассматриваются насосный редукторно-мультипликаторный привод листовых ножниц с двухцилиндровым силовым блоком. Приведено описание разработанной схемы управления приводом с использованием сдвоенных дозаторов (редуктор и мультипликатор) периодического действия. Редуктор включается при холостом ходе, мультипликатор – при рабочем ходе. Их зарядка происходит при обратном ходе силового блока. В итоге решается задача синхронизации работы цилиндров и обеспечивается режим прямого хода с двумя ступенями скорости и давления, что определяет снижение установочной мощности насосов до 30%. Приведена методика оценки силовых и скоростных параметров привода на условии равенства мощностей при холостом и рабочем ходе и на условии равенства времени рабочего цикла при использовании разработанного привода и простого насосного. Получены зависимости для расчёта характерных параметров: коэффициенты редукции и мультипликации, время рабочего цикла, соотношение мощностей и скоростей рассматриваемого и простого насосного привода. Анализом примерных расчётов определены приемлемые величины базовых коэффициентов: редукции (0,4–0,6), мультипликации (1,5–2,0).

Ключевые слова: листовые ножницы, гидропривод, гидравлический редуктор, гидравлический мультипликатор, схема управления, мощность насосов, параметры привода, методика, расчёт.

По условиям нагружения многих металлургических машин целесообразным является использование двухцилиндрового гидропривода (например, ножницы с наклонными ножами). К общим требованиям простоты, надёжности и экономичности привода в этом случае добавляется требование обеспечения синхронного движения поршней (плунжеров) цилиндров во все периоды работы привода [1].

Известно, что эксплуатационные показатели наиболее простого насосного привода с насосами постоянной производительности можно повысить, сделав его редукторно-мультипликаторным [2]. Такой привод имеет равномерную загрузку насосов, меньшее рабочее давление и меньшую установочную мощность приводных двигателей насосов. Указанный эффект можно получить и при использовании в простом насосном приводе сдвоенных редукторов и мультипликаторов [3]. Но в этом случае дополнительно

обеспечивается надёжная синхронизация работы двух цилиндров силового блока. Привод при этом будет двухскоростным, работающим с редукторной скоростью V_p при холостом ходе и с мультипликаторной скоростью V_m при рабочем ходе.

По условиям нагружения для ножниц с наклонными ножами (листовые ножницы) целесообразным является использование двухцилиндрового гидропривода. К общим требованиям простоты, надёжности и экономичности в этом случае добавляется требование обеспечения синхронной работы силовых цилиндров.

Наиболее простым, а во многих случаях и более экономичным является простой насосный привод с насосами постоянной подачи [4]. Существенным недостатком этого привода является значительная установочная мощность. Для компенсации этого недостатка используют маховичный привод, устанавливают насосы с несколькими ступенями

давления и подачи, снабжают привод мультипликатором и наполнительными баками и др. [5].

Известно также, что эксплуатационные показатели простого насосного привода можно повысить, сделав его редукторно-мультипликаторным [6], при котором холостой ход осуществляется с использованием гидравлического редуктора, рабочий ход – с использованием мультипликатора. В итоге обеспечивается равномерная загрузка насосов, снижается их рабочее давление и, как следствие, требуется меньшая установочная мощность. В этом случае, при использовании сдвоенных редуктора и мультипликатора, решается задача синхронизации силовых цилиндров.

Вариант привода [3], приемлемый для листовых ножниц (рис. 1), содержит простые сдвоенные редуктор 8 и мультипликатор 11; силовой блок с двумя силовыми цилиндрами 1 и возвратными цилиндрами 2, насосную станцию 3 и систему гидрораспределителей. Первая ступень скорости (редукторная) прямого (холостого) хода обеспечивается подачей

жидкости от реверсивного золотника 4 через золотники 5 и 6 (при переключённых золотниках 7) во входной цилиндр d_p редуктора 8. Из двух дозирующих цилиндров D_p жидкость через отсеченные золотники 9 раздельно вытесняется в силовые цилиндры. Вторая ступень скорости (мультипликаторная) прямого (рабочего) хода обеспечивается подачей жидкости от золотника 4 через золотники 5 и 10 (при переключённых золотниках 9) во входной цилиндр D_m мультипликатора 11 с вытеснением жидкости из дозирующих цилиндров d_m раздельно в силовые цилиндры.

Возврат подвижных элементов редуктора и мультипликатора в исходное положение происходит при возвратном ходе подвижных элементов силового блока. При этом жидкость от золотника 4 через обратный клапан 14 подаётся в возвратные цилиндры, а из силовых цилиндров вытесняются сначала в дозирующие цилиндры D_p редуктора, а затем (после выхода подвижных элементов редуктора в исходное положение) в дозирующие цилиндры мультипликатора.

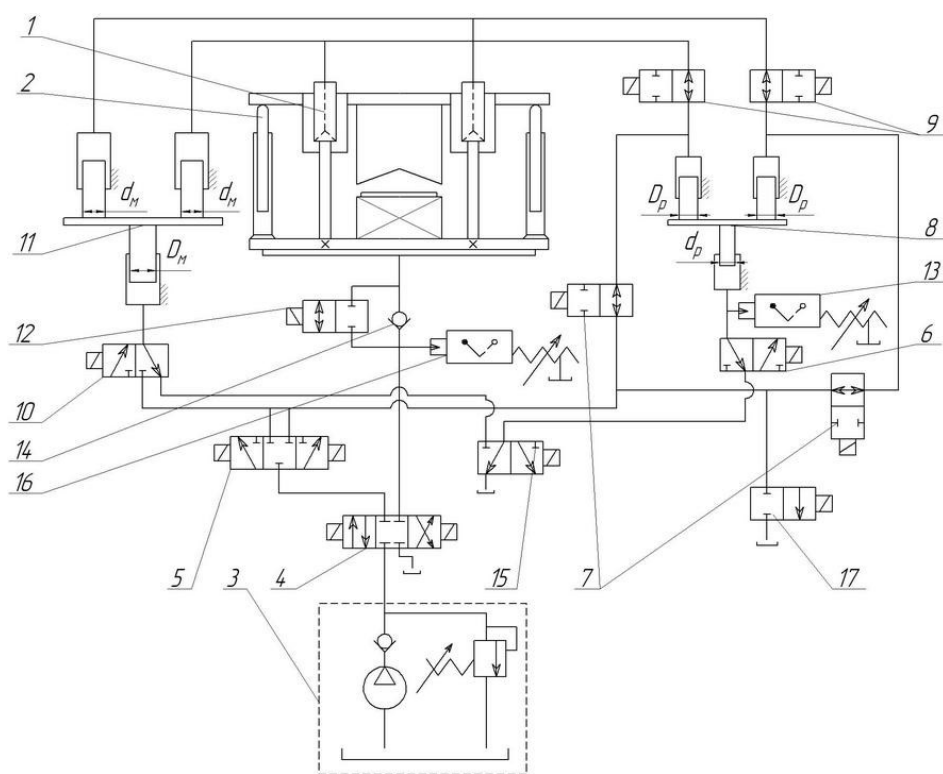


Рис. 1. Схема двухцилиндрового редукторно-мультипликаторного привода

Для простых сдвоенных редуктора 8 и мультипликатора 11 (см. рис. 1) соотношения диаметров плунжеров цилиндров должны отвечать условиям:

- для редуктора $d_p^2 < 2D_p^2$;
- для мультипликатора $D_m^2 > 2d_m^2$.

При этом коэффициенты редукции K_p и мультипликации K_m будут равны:

$$K_p = \frac{d_p^2}{2D_p^2} < 1; K_m = \frac{D_m^2}{2d_m^2} > 1. \quad (1)$$

Силовые и кинематические параметры привода определяются в основном графиком силового нагружения и скоростным режимом в течение рабочего цикла, который состоит из прямого и обратного хода. Для листовых ножниц величина прямого хода H состоит из холостого хода H_x и рабочего H_p . При этом величины прямого и обратного хода равны (рис. 2), а усилие рабочего хода R_p можно считать постоянным и равным усилию резания листа. Постоянными будут и усилия холостого R_x и возвратного R_o хода.

При использовании простого насосного привода давление, создаваемое насосом P_n , пропорционально давлению в силовых цилиндрах, которое определяется усилием R , т.е. при прямом ходе

$$P_n = R/(2F),$$

при обратном ходе

$$P_n = R/(2F_o),$$

где F и F_o – соответственно площади поршней (плунжеров) силовых и возвратных цилиндров.

При холостом ходе это давление P_x ; при рабочем ходе – P_p ; при обратном ходе – P_o :

$$P_x = \frac{R_x}{(2F)}; P_p = \frac{R_p}{(2F)}; P_o = \frac{R_o}{(2F_o)}. \quad (2)$$

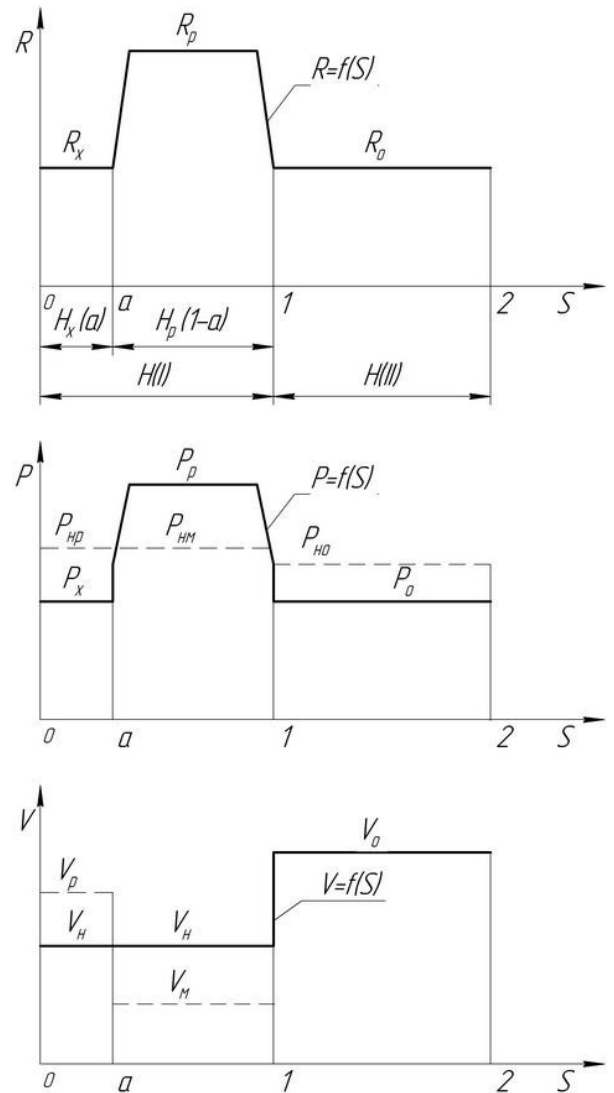


Рис. 2. Графики $R=f(S)$, $P=f(S)$, $V=f(S)$ ножниц в течение рабочего цикла

График давлений $P=f(S)$ в этом случае подобен графику $R=f(S)$ (см. рис. 2).

Скорости движения ножей при холостом и рабочем ходах будут равны (скорость прямого хода V_n). Скорость V_n и скорость обратного хода V_o будет определять подача насосов Q_n как:

$$V_n = \frac{Q_n}{(2F)}; V_o = \frac{Q_n}{(2F_o)}. \quad (3)$$

Соотношение этих скоростей

$$\frac{V_o}{V_n} = \frac{F}{F_o} = K_c; V_o = K_c \cdot V_n, \quad (4)$$

где $K_c = F/F_o$ – коэффициент усиления силового блока.

На графике (см. рис. 2) функция $V = f(S)$ представлена сплошными прямыми линиями.

При простом насосном приводе установочная мощность насосов N_1 определяется максимальным давлением в силовых цилиндрах (в данном случае, это давление P_p) и подачей насосов ($Q_H = 2F \cdot V_H$), т.е.:

$$N_1 = P_p \cdot Q_H = 2F \cdot V_H \cdot P_p. \quad (5)$$

Время рабочего цикла T_1 будет равно:

$$T_1 = \frac{H}{V_H} + \frac{H}{V_o} = \frac{H}{V_o} (K_c + 1) = \frac{H(K_c + 1)}{V_H \cdot K_c}. \quad (6)$$

При использовании редукторного-мультипликаторного привода рабочий ход происходит с двумя ступенями скорости ножей и давления, создаваемого насосами.

Включение редуктора при холостом ходе обеспечивает редукторную скорость V_p и давление насосов P_{np} :

$$\begin{aligned} V_p &= \frac{V_H}{K_p} = \frac{Q_H}{2F \cdot K_p}; \\ P_{np} &= \frac{P_x}{K_p} = \frac{R_x}{2F \cdot K_p}. \end{aligned} \quad (7)$$

Включение мультипликатора при рабочем ходе обеспечивает мультипликаторную скорость V_M и давление насосов P_{HM} :

$$\begin{aligned} V_M &= \frac{V_H}{K_M} = \frac{Q_H}{2F \cdot K_M}; \\ P_{HM} &= \frac{P_p}{K_M} = \frac{R_p}{2F \cdot K_M}. \end{aligned} \quad (8)$$

Скорость обратного хода V_{OM} будет при этом равна скорости V_o ; давление насосов P_{HO} не будет равным давлению P_o с учётом использования силового блока в операции зарядки редуктора и мультипликатора.

На графиках функций $V = f(S)$ и $P = f(S)$ (см. рис. 2) значение этих параметров показано пунктирными линиями.

Определяющими параметрами предлагаемого привода являются коэффициенты редукции K_p и мультипликации K_M . Цель сравнительного анализа – установить приемлемое сочетание и диапазон величин этих параметров.

Исходными условиями данного анализа принимаем равенство мощностей при холостом N_x и рабочем N_p ходе для рассматриваемого привода и равенство времени рабочего цикла при использовании рассматриваемого привода T_2 и при использовании простого насосного привода T_1 . При этом оцениваем соотношение установочных мощностей n простого N_1 и рассматриваемого N_2 привода. Эти условия:

$$N_2 = N_x = N_p; T_1 = T_2; n = \frac{N_2}{N_1}. \quad (9)$$

Для универсальности результатов анализа вводим параметры относительного перемещения a и относительной нагрузки b :

$$\begin{aligned} a &= \frac{H_x}{H}; \frac{H_p}{H} = \frac{H - H_x}{H} = (1 - a); \\ b &= \frac{P_x}{P_p}. \end{aligned} \quad (10)$$

Для рассматриваемого привода (см. рис. 1) в соответствии с графиком давления (см. рис.2) и зависимостей (7), (8) и (10):

$$\begin{aligned} N_x &= P_{np} \cdot Q_H = \frac{P_x \cdot Q_H}{K_p} = \frac{b \cdot P_p \cdot Q_H}{K_p}; \\ N_p &= P_{HM} \cdot Q_H = \frac{P_p \cdot Q_H}{K_M}. \end{aligned} \quad (11)$$

С учетом графика скорости (см. рис. 2) и зависимостей (7), (8) и (10):

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{H_x}{V_p} + \frac{H_p}{V_M} + \frac{H}{V_o} = \\ &= \frac{H \cdot K_p}{V_H} + \frac{H \cdot K_M}{V_H} + \frac{H}{V_H K_c} = \\ &= \frac{H}{V_H K_c} \left[a \cdot K_p \cdot K_c + \right. \\ &\quad \left. + (1 - a) \cdot K_M \cdot K_c + 1 \right]. \end{aligned} \quad (12)$$

Используя зависимости (6), (12) и (11), на базе условий (9) получаем уравнения относительно K_p и K_m :

$$\begin{cases} b \cdot K_m - K_p = 0 \\ 1 - a \cdot K_p - (1 - a)K_m = 0. \end{cases} \quad (13)$$

Решение этой системы дает результат:

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{b}{[1 - a(1 - b)]}; \\ K_m &= \frac{1}{[1 - a(1 - b)]}. \end{aligned} \quad (14)$$

С учётом условия (9) и зависимостей (11) и (14), установочная мощность насосов N_2 и давление насосов P_H :

$$\begin{aligned} N_2 &= P_p \cdot Q_H [1 - a(1 - b)]; \\ P_H &= P_{np} = P_{nm} = P_p [1 - a(1 - b)]. \end{aligned} \quad (15)$$

С учётом выражений (5) и (15) соотношение установочных мощностей

$$n = \frac{N_2}{N_1} = [1 - a(1 - b)] \quad (16)$$

Для машин подобных листовым ножницам усилие холостого хода может составлять (10–20)% от усилия рабочего хода (15), (16), т.е. $b = 0,1–0,2$. Для примера (базовый вариант) принимаем $b = 0,2$. Тогда, например, при $a = 0,26$: $n = 0,792$; $K_m = 1,262$; $K_p = 0,252$; $V_p = 3,97 \cdot V_H$; $V_m = 0,792 \cdot V_H$; $P_{nm} = 0,792 \cdot P_p$.

Таким образом, рассматриваемый редукторно-мультипликаторный привод, при данных условиях осуществляющий рабочий цикл за равное с простым насосным приводом время, будет иметь на 20,8% меньшую установочную мощность насосов.

Одновременно базовый пример показывает значительную величину редукторной скорости V_p (скорость холостого хода) и невысокую величину K_m . Первое может быть затруднительным в осуществлении ввиду небольшой величины холостого хода, второе создает трудности использования в приводе недорогих

насосов среднего давления (пластинчатых и шестерённых).

Расчётные зависимости показывают, что снижение V_p достигается увеличением K_p (зависимость (7)), а увеличение K_p – увеличением величины b (зависимость (13)).

Зависимости (13) для расчета K_p и K_m получены из условия их оптимального сочетания $\{[a \cdot K_p + (1 - a) K_m] = 1\}$ (зависимость (12)), которое обеспечивает равенство времени рабочего цикла ножиц с рассматриваемым приводом и ножиц с простым насосным приводом. Это, в свою очередь, обеспечивает равенство насосных скоростей V_H и равенство подач насосов Q_H .

Необходимое увеличение K_p и K_m нарушит их оптимальное сочетание, т.е. будет иметь место $\{[a \cdot K_p + (1 - a) K_m] > 1\}$. Это значит, что при использовании насосов равной подачи Q_H время рабочего цикла T_2 будет больше этой величины T_1 для простого насосного привода.

Используя зависимости (6) и (12), определим соотношение этих величин:

$$\begin{aligned} K_r &= \frac{T_2}{T_1} = \\ &= \frac{[a \cdot K_p + (1 - a) K_m] K_c + 1}{K_c + 1} > 1. \end{aligned} \quad (17)$$

Таким образом, равенство $T_1 = T_2$ в этом случае можно получить увеличением подачи насосов рассматриваемого привода Q_{H2} по отношению к подаче насосов простого привода Q_{H1} в K_r раз; т.е. $Q_{H2} = K_r \cdot Q_{H1}$.

При этом мощность насосов N_2

$$\begin{aligned} N_2 &= Q_{H2} \cdot P_{nm} = \frac{Q_{H2} \cdot P_p}{K_m} = \\ &= \frac{K_r}{K_m} Q_{H1} \cdot P_p. \end{aligned} \quad (18)$$

Соотношение мощностей $n_T = N_2/N_1$

$$n_T = \frac{K_T}{K_M} = \frac{[a \cdot K_p + (1-a)K_M]K_c + 1}{(K_c + 1)K_M}. \quad (19)$$

Скорости движения

$$\begin{aligned} V_p &= V_H \frac{K_T}{K_p}; V_M = V_H \frac{K_T}{K_M}; \\ V_o &= V_H \cdot K_c \cdot K_T. \end{aligned} \quad (20)$$

В таблице приведены результаты расчётов по зависимостям (17), (19), (20) при различных сочетаниях коэффициентов K_p , K_m и K_c , при относительной величине холостого хода $a = 0,26$.

[illegible]

Расчёты показывают, что только увеличение K_p определяет значительное, практически пропорциональное, снижение редукторной скорости. Например, при $K_p = 0,5$, $K_m = 1,262$ и $K_c = 0,5$, по сравнению с базовым вариантом ($K_p = 0,252$; $K_m = 1,262$; $V_p = 3,97 V_{в}$; $n = 0,792$), увеличение K_p в 1,984 раз снижает V_p в 1,912 раз. При этом незначительно увеличивается установочная мощность насосов.

В этом же примере: $(n_T - n) = 0,822 - 0,792 = 0,03$.

Величина K_c изменяет скорость обратного хода и незначительно влияет на остальные параметры.

При одновременном увеличении K_p и K_m снижение V_p имеет место, но в меньшей степени.

Например, при $K_p = 0,5$; $K_m = 1,5$; $K_c = 1,5$ снижение V_p в 1,74 раза; при $K_p = 0,5$; $K_m = 2,0$; $K_c = 1,5$ – снижение V_p в 1,45 раза. При этом установочная мощность уменьшается. В этих же примерах $(n - n_T) = 0,03$ (при $K_m = 1,5$) и $(n - n_T) = 0,109$ (при $K_m = 2,0$).

Анализируя данные таблицы, можно считать приемлемыми для рассматриваемого привода значения коэффициентов в пределах: $K_p = 0,4 \div 0,6$; $K_m = 1,5 \div 2,0$; $K_c = 1,5 \div 2,0$. При этом расчётные параметры имеют пределы: V_p от $1,935 V_H$ ($K_m = 1,5$; $K_p = 0,4$; $K_c = 1,5$) до

$V_p = 3,472 V_H$ ($K_m = 2$; $K_p = 0,4$; $K_c = 2$); $n_T = 0,675$ ($K_m = 2,0$; $K_p = 0,4$; $K_c = 1,5$) до $0,786$ ($K_m = 1,5$; $K_p = 0,6$; $K_c = 2,0$).

Вывод. Перевод простого насосного привода листовых ножниц в разряд редукторно-мультипликаторного обеспечивает значительное снижение установочной мощности (до 30%) и, соответственно, рабочего давления насосов. Последнее позволяет разрабатывать приводы на основе недорогих насосов среднего давления – шестерённых и пластинчатых.

1. Система управления подвижной traversой гидравлических ножниц: а.с. СССР №979033 Кл. В23D 15/24 / Н.В. Становой, Л.Н. Кузьменко. Опубл. 07.12.82. Бюл. №45.

2. Разработка и исследование гидравлического редукторно-мультипликаторного привода металлургических машин / А.П. Потапенков, С.С. Пилипенко, Ю.Г. Серебренников, С.М. Степанов, Л.В. Соколовская // Известия вузов. Чёрная металлургия. 2009. №8. С. 54–59.

3. Патент №2084348 РФ В30В 15/24. Гидравлический пресс / А.П. Потапенков, В.И.

Чабаненко, О.В. Миняков и др. Опубл. 20.09.97 Бюл. №5.

4. Добринский Н.С. Гидравлический привод прессов. М.: Машиностроение, 1975.

5. Бочаров Ю.А., Прокофьев В.Н. Гидропривод кузнечно-прессовых машин. М.: Высшая школа, 1969. 247 с.

6. Потапенков А.П., Пилипенко С.С., Серебренников Ю.Г. Разработка и исследование гидравлического редукторно-мультипликаторного привода металлургических машин // Известия вузов. Чёрная металлургия. 2009. №8. С. 54–59.

УДК 004.94:669.046.5

Г.А. Жемелев

ФГАОУВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Институт компьютерных наук и технологий

МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В статье рассмотрены методы исследования параметров системы управления объектами с использованием ПИД-регуляторов с целью получения требуемого качества управления. Для оценки качества управления использованы время переходного процесса и перерегулирование. Поскольку параметрический синтез является сложной вычислительной задачей и требует тщательного анализа расположения полюсов и нулей передаточной функции системы управления на комплексной плоскости, актуальной становится задача визуализации пространства возможных параметрических решений. В статье приводится авторская программная реализация для визуализации параметрических решений в среде MATLAB применительно к синтезу систем автоматического управления.

Ключевые слова: системы автоматического управления, ПИД-регуляторы, визуализация параметрических решений, время переходного процесса, перерегулирование, передаточная функция.

Любая техническая система характеризуется совокупностью физических величин, по которым складывается представление о ее работе. Если исходную управляемую величину нужно изменить по определенному закону без вмешательства человека, в систему вводят управляющее устройство. Объект управления (ОУ) и управляющее устройство (УУ) составляют систему автоматического управления (САУ). Процесс управления в каждый момент времени характеризуется одним или несколькими показателями, которые отражают физическое состояние управляемого объекта (температуру, скорость, давление, электрическое напряжение и т.п.). Эти показатели в процессе управления должны изменяться по какому-либо закону или оставаться неизменными при изменении внешних условий и режимов работы устройства. Для автоматического обеспечения заданных значений параметров, определяющих необходимое протекание управляемого процесса (автоматическое регулирование), **часто используются ПИД-регуляторы** [1].

Пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) регулятор – устройство в управляющем контуре с обратной связью, который используется в САУ для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально *разности входного сигнала и сигнала обратной связи* (сигнал рассогласования), второе – интеграл сигнала рассогласования, третье – производная сигнала рассогласования. Теоретические методы анализа системы с ПИД-регулятором редко применяются на практике [2]. Основная сложность практического применения – незнание характеристик объекта управления. Кроме того, существенную проблему представляют нелинейность и нестационарность

системы. Практические регуляторы работают в ограниченном сверху и снизу диапазоне, поэтому в принципе нелинейны. В этой связи получили распространение методы экспериментальной настройки регулятора, подключенного к объекту управления. В современных системах автоматизации, которые, как правило, строятся на базе программируемых логических контроллеров (PLC), ПИД-регуляторы реализуются либо как специализированные аппаратные модули, включаемые в состав управляющего контроллера, либо программными методами с применением специализированных библиотек [4]. Производители контроллеров часто разрабатывают специализированное программное обеспечение (тюнеры) для настройки коэффициентов регулятора. При разработке таких специализированных тюнеров приходится решать задачу параметрического синтеза систем управления по корневым критериям качества [4].

В статье рассмотрены методы визуализации пространства допустимых решений параметров управления САУ, которые позволяют разработчику PLC ПИД-регуляторов существенно облегчить и ускорить параметрический синтез регуляторов по заданным требованиям к качеству управления. В результате разработана программа для расчета времени переходных процессов произвольной замкнутой системы с ПИД-регулятором, которая позволяет найти коэффициенты, удовлетворяющие требованиям по качеству переходного процесса. Программа оптимизирована для многоядерных систем. Производительность при просмотре итогового трехмерного графика зависит от количества результирующих данных и характеристик видеоадаптера. Управляемыми параметрами являются: target – целевое время переходного процесса (ВПП); crit – критерий, по которому определяется ВПП (0.05 для критерия

5%); K_{pb} , K_{ib} , K_{db} – границы (диапазоны), задающие область определения коэффициентов ПИД-регулятора: для пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих соответственно.

Постановка задачи исследования и визуализации при параметрическом синтезе ПИД-регулятора. Пусть требуется разработать программное обеспечение на языке MATLAB, которое позволяет выполнять исследование качества линейных систем автоматического управления при решении задачи параметрического синтеза ПИД-регулятора по заданным требованиям к качеству управления.

Установим следующие требования к разрабатываемой программе:

- 1) вывод информации о временах переходных процессов в заданной системе при различных значениях коэффициентов ПИД-регулятора;
- 2) вывод информации о перерегулировании в заданной системе при различных значениях коэффициентов ПИД-регулятора;
- 3) представление выводимой информации в виде линий равного уровня;
- 4) фильтрация значений коэффициентов ПИД-регулятора исходя из заданных требований по качеству управления;
- 5) построение переходных процессов в системе при выбранных значениях коэффициентов ПИД-регулятора.

Для решения поставленной задачи автором была разработана программа TTF (Transient Time Field), принимающая на вход пять параметров:

- 1) целевое время переходного процесса;
- 2) критерий для определения времени переходного процесса;
- 3) область определения коэффициента пропорциональной составляющей;
- 4) область определения коэффициента интегральной составляющей;
- 5) область определения коэффициента дифференциальной составляющей.

Области определения задаются в виде тройки параметров: начальное значение, шаг, конечное значение – и определяют таким образом пространство, в котором будут производиться вычисления. Область определения также может быть задана в виде единственного числа, тогда соответствующий коэффициент фиксируется на данном значении, что позволяет построить линии равного уровня. Кроме того, на вход принимается передаточная функция замкнутой системы с ПИД-регулятором, задаваемая в отдельном файле TTF_input.m.

Для каждой точки (K_p , K_i , K_d) определяется время переходного процесса и перерегулирование. После окончания вычислений программа возвращает два массива (размером $N \times 5$, где N – общее количество точек):

- **rfull** – массив из коэффициентов ПИД-регулятора и соответствующих времен переходного процесса и значений перерегулирования для всех точек из области определения;

- **rfiltered** – массив из коэффициентов ПИД-регулятора и соответствующих времен переходного процесса и значений перерегулирования, в котором присутствуют только те точки, где время переходного процесса меньше либо равно целевому.

Формат данных в выходном массиве (i -я строка) имеет вид:

K_p	K_d	K_i	Время переходного процесса, с	Перерегулирование, %
-------	-------	-------	----------------------------------	----------------------

Время переходного процесса в некоторых строках результирующего массива может быть равно специальному значению NaN – это говорит о том, что при данных значениях коэффициентов ПИД-регулятора система неустойчива.

Кроме того, при завершении работы программы выводятся два трехмерных графика и, в случае если один из коэффициентов фиксирован, графики линий равного уровня. Трехмерные графики представляют собой облака точек из мас-

сива **rfiltered**, где цвет точки соответствует значению времени переходного процесса на первом графике и перерегулированию – на втором (по цветовой шкале справа от графиков). Узнать конкретные значения можно с помощью встроенного инструмента MATLAB «Data Cursor». При этом если в программе TTF.m переменной **ttFlag** установлено значение 1, производится автоматическое построение графика переходного процесса заданной системы при

значениях коэффициентов ПИД-регулятора, равных координатам выбранной точки.

Разработанная программа оптимизирована для многоядерных систем путем использования возможностей Parallel Computing Toolbox (цикл `parfor`). Производительность при просмотре итоговых трехмерных графиков зависит от количества результирующих данных и характеристик видеоадаптера.

Текст основной программы выглядит следующим образом:

```
function [rfull, rfiltered] = TTF(target, crit, Kpb, Kib, Kdb)
% Флаг для включения функции построения переходного процесса в Datatip
global ttFlag;
ttFlag = 1;

isFixedKp = 0;
isFixedKi = 0;
isFixedKd = 0;
isoCount = 50;
isoLabel = 25;
if(numel(Kpb) == 1)
    Kpb = [Kpb 1 Kpb];
    isFixedKp = 1;
else
    assert(numel(Kpb) == 3 && Kpb(1) < Kpb(3), 'Incorrect bounds for Kp')
    assert(Kpb(2) <= Kpb(3)-Kpb(1), 'Too big step size for Kp bounds')
end
if(numel(Kib) == 1)
    Kib = [Kib 1 Kib];
    isFixedKi = 1;
else
    assert(numel(Kib) == 3 && Kib(1) < Kib(3), 'Incorrect bounds for Ki')
    assert(Kib(2) <= Kib(3)-Kib(1), 'Too big step size for Ki bounds')
end
if(numel(Kdb) == 1)
    Kdb = [Kdb 1 Kdb];
    isFixedKd = 1;
else
    assert(numel(Kdb) == 3 && Kdb(1) < Kdb(3), 'Incorrect bounds for Kd')
    assert(Kdb(2) <= Kdb(3)-Kdb(1), 'Too big step size for Kd bounds')
end

Ws = @(K) 1;
Ws = TTF_input();

bbi = Kpb(1);
sti = Kpb(2);
```

```

abi = Kpb(3);

bbj = Kdb(1);
stj = Kdb(2);
abj = Kdb(3);

bbk = Kib(1);
stk = Kib(2);
abk = Kib(3);

qnum = floor((abi-bbi)/sti);
pnum = floor((abj-bbj)/stj);
lnum = floor((abk-bbk)/stk);
total_it = (qnum+1)*(pnum)*(lnum);
data = zeros(total_it,5);

time = zeros(qnum,1);
it = 0;

for q = 0:qnum
    tic
    i = q*sti + bbi;
    cnt2 = it*(lnum+1)*(pnum+1);
    for p = 0:pnum
        cnt = p*(lnum+1) + cnt2;
        j = p*stj + bbj;
        parfor l = 1:lnum+1
            k = (l-1)*stk + bbk;
            info = stepinfo(Ws([i, k, j]), 'SettlingTimeThreshold', crit)
            sttl = info.SettlingTime;
            sigma = info.Overshoot;
            data(l+cnt,:) = [i j k sttl sigma];
        end
    end
    t = toc;
    it = it + 1;
    time(it) = t;
    fprintf(' %.0f%% complete (%d/%d) - iteration time: %.2f s (mean time: %.2f s)\n',
...
        100*it/(qnum+1), it, (qnum+1), t, mean(time(1:it)))
end
rfull = data;
rfiltered = TTF_plot(data, target, Inf, 'Time', 'Time');
TTF_plot(data, target, Inf, 'Sigma', 'Time');
if(isFixedKp+isFixedKi+isFixedKd == 1)
    figure
    TTF_iso(data, target, 'Time', isoCount, isoLabel);
    figure
    TTF_iso(data, [], 'Sigma', isoCount, []);
end

```

Функции TTF_plot и TTF_iso, используемые в приведенной программе, предназначены для построения трехмерного графика и линий равного уровня соответственно и для краткости не приводятся в тексте данной работы.

Испытание работы программы TTF. Приведем пример использования программы для решения следующей задачи.

Дана передаточная функция объекта:

$$W_{(p)} = \frac{1}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)},$$

где $T_1 = 1$ с, $T_2 = 0,1$ с.

Необходимо выбрать коэффициенты ПИД-регулятора так, чтобы обеспечить время переходного процесса $t_n \leq 1$ с и перерегулирование $\sigma \leq 15\%$.

Для обеспечения требуемого качества переходного процесса последовательно с объектом управления включается ПИД-регулятор, передаточная функция которого имеет вид:

$$W_{PID}(p) = K_p + K_i \frac{1}{p} + K_d p,$$

где K_p , K_i и K_d – коэффициенты, подлежащие определению.

Тогда передаточная функция замкнутой системы будет иметь вид:

$$W_3(p) = \frac{W_{PID}(p)W(p)}{1 + W_{PID}(p)W(p)} = \frac{K_d p^2 + K_p p + K_i}{T_1 T_2 p^4 + (T_1 + T_2) p^3 + (K_d + 1) p^2 + K_p p + K_i}.$$

Введем полученную передаточную функцию в файл TTF_input.m:

```
function W = TTF_input
s = tf('s');
% Передаточная функция замкнутой системы:
T1 = 0.1;
T2 = 1;
W = (K(3)*s^2 + K(1)*s + K(2)) / (T1*T2*s^4 + (T1+T2)*s^3 + (K(3)+1)*s^2 + K(1)*s + K(2));
% K(1) = Kp, K(2) = Ki, K(3) = Kd
% Kp, Ki, Kd - коэффициенты пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих ПИД-регулятора соответственно.
end
```

Выберем следующие области определения коэффициентов ПИД-регулятора: $K_p \in [2; 10]$, $K_i \in [0; 8]$, $K_d \in [2; 10]$. Для определения времени переходного процесса будем использовать критерий 5%.

Тогда вызов функции TTF может иметь следующий вид:

```
[data dataf] = TTF(1, 0.05, [2 0.2 10], [0 0.2 8], [2 0.2 10]);
```

В результате выполнения программы были получены графики, изображенные на рис. 1–2.

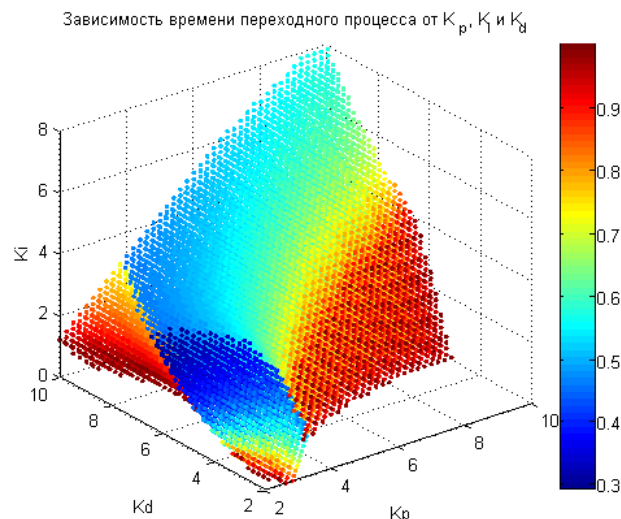


Рис. 1. Облако точек для времен переходного процесса, меньших 1 с

Выбрав инструментом Data Cursor произвольную точку на графике (см. рис. 1), получим переходный процесс, удовлетворяющий требованиям по t_d и, с высокой вероятностью, по значению σ (рис. 3–4).

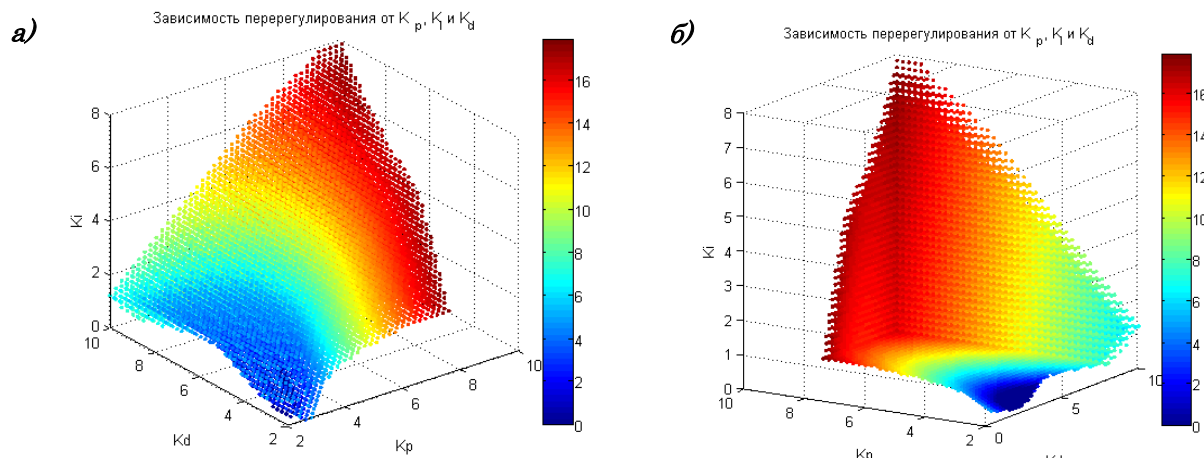


Рис. 2. Облако точек для значений перерегулирования (во всех точках время переходного процесса меньше 1 с): а и б – разные ракурсы

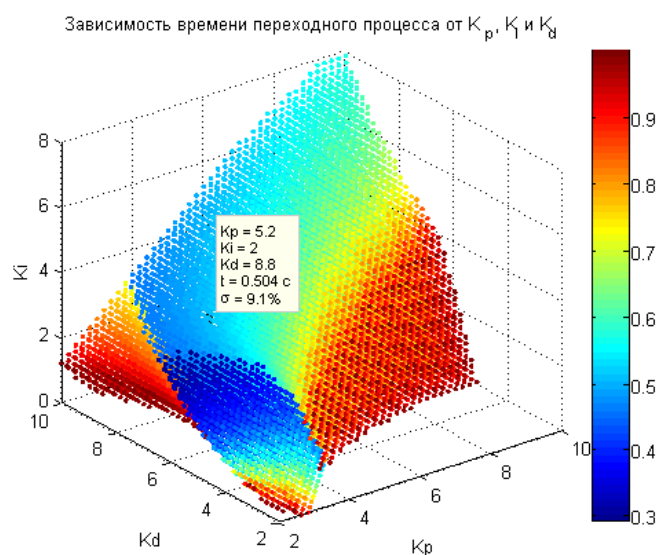


Рис. 3. Выбор произвольной точки из облака

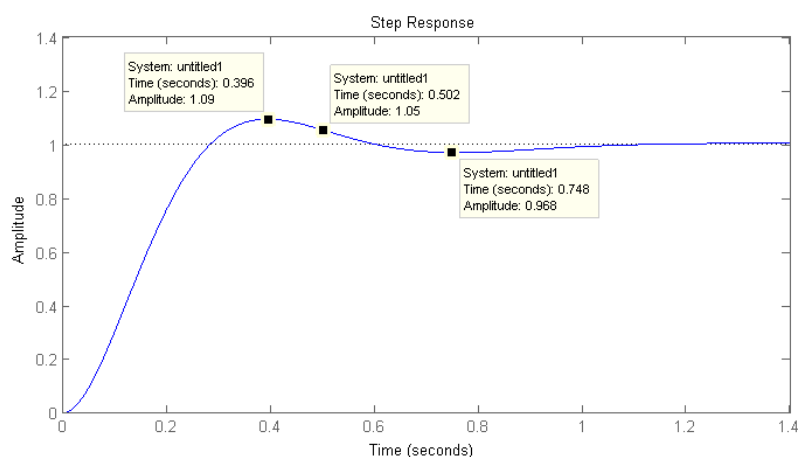


Рис. 4. Переходный процесс, построенный в выбранной точке автоматически

Проанализировав график на рис. 1, можно обнаружить, что имеется область с временами переходного процесса около 0,4 с, где $K_i = 0$. Отсюда можно сделать вывод, что для данной системы обеспечить наименьшие времена переходного процесса позволяет ПД-регулятор, а

анализ можно производить в плоскости $K_i = 0$. Из рис. 2 видно, что в этой плоскости имеются как удовлетворительные, так и очень малые значения перерегулирования. Тогда для дальнейшего анализа можем построить линии равного уровня (рис. 5).

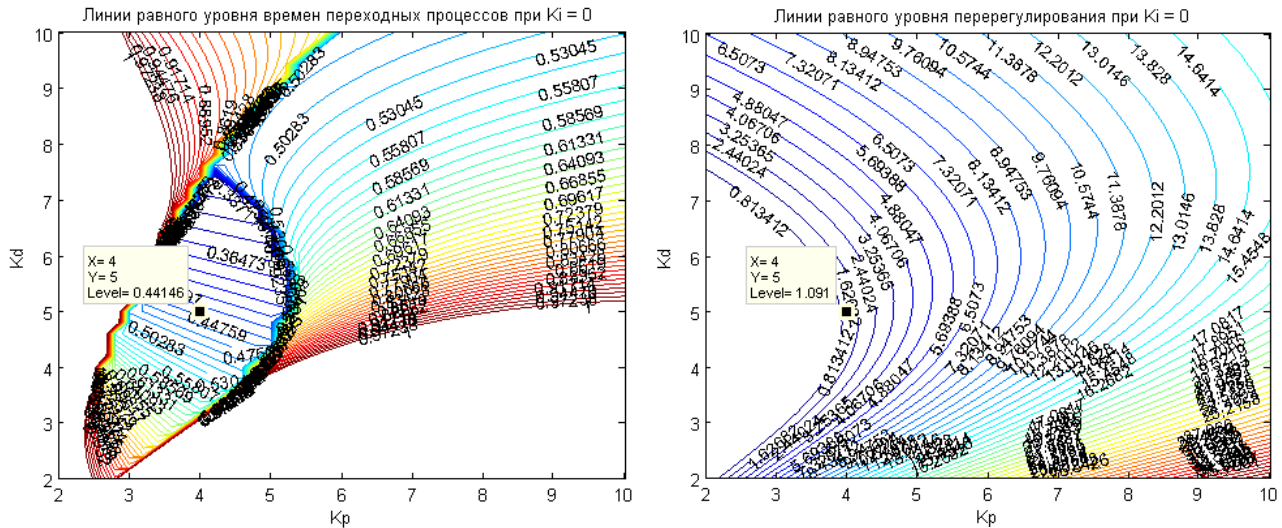


Рис. 5. Выбор точки коэффициентов ПД-регулятора по линиям равного уровня

Выбранная на рис. 5 точка $K_p = 4$, $K_d = 5$ попадает на линии равного уровня со значениями $t_n = 0,44$ с и $\sigma = 1,1\%$. Вернувшись на трехмерный график, можем построить переходный

процесс в данной точке (после повторного вызова функции TTF для вывода линий равного уровня были также построены новые графики, в которых представлены только точки в плоскости $K_i = 0$) (рис. 6).

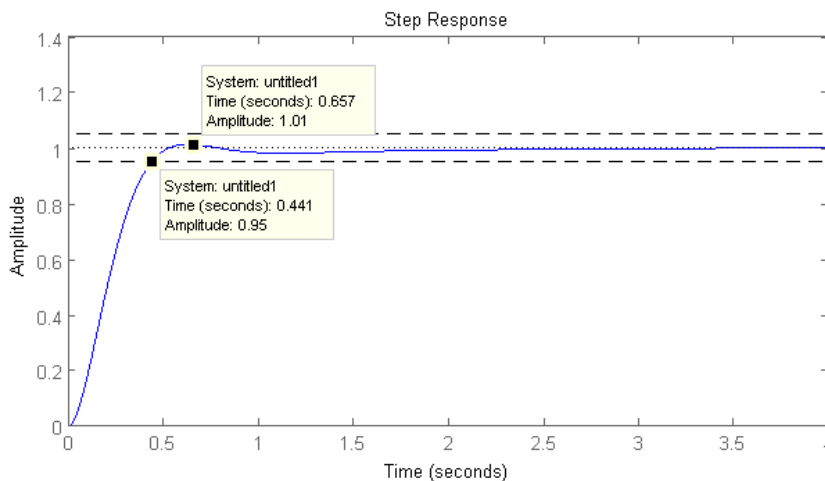


Рис. 6. Переходный процесс в точке, выбранной по линиям равного уровня

Таким образом, имеем следующие параметры ПИД-регулятора:

$$K_p = 4; K_i = 0; K_d = 5.$$

Им соответствуют следующие значения показателей качества:

$$t_n = 0,44 \text{ с}; \sigma = 1\%.$$

Полученное значение времени переходного процесса вдвое меньше требуемого, а величина перерегулирования – в 15 раз. Достижение таких показателей стало возможно за счет первичного анализа в трехмерном пространстве коэффициентов ПИД-регулятора и последующего уточнения по линиям равного уровня. Пользователю при этом не понадобилось вводить никаких команд, кроме запуска функции TTF: анализ производился путем рассмотрения и сопоставления графиков и выборочного уточнения данных встроенным инструментом MATLAB «Data Cursor».

Сравнение с существующими решениями и оценка производительности. Пакет

MATLAB Simulink предоставляет пользователю возможность выполнять параметрический синтез регуляторов при помощи инструмента «PID Tuner», доступного из блока «PID Controller» [5; 6]. Этот инструмент обладает удобным интерфейсом и автоматически рассчитывает коэффициенты регулятора исходя из двух значений, задаваемых с помощью одноименных ползунков: Response time и Transient behavior – первый отвечает за отзывчивость системы, а второй – за её стабильность. Перемещая ползунки, пользователь может наблюдать за изменением графика переходного процесса (рис. 7).

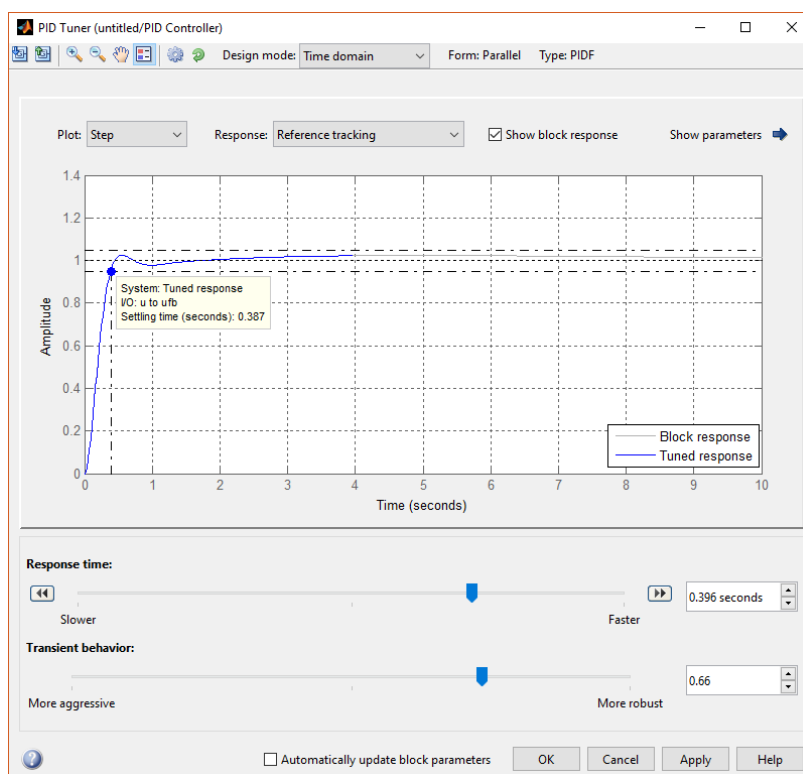


Рис. 7. Настройка ПИД-регулятора при помощи инструмента PID Tuner

Когда получен переходный процесс, удовлетворяющий заданным требованиям, остается нажать на кнопку «Apply», и блоку PID Controller будут присвоены рассчитанные коэффициенты. Однако данный блок помимо трех обычных коэффициентов имеет и четвертый коэффициент N , называемый «Filter coefficient», введенный исходя из

ограничений Simulink при реализации операции дифференцирования.

Разработанная программа TTF не вводит подобные корректировки и поэтому имеет некоторое преимущество в плане точности, однако инструмент PID Tuner позволяет не менее успешно решать задачу параметрического синтеза.

После применения параметров, приведенных на рис. 7, были получены следующие коэффициенты ПИД-регулятора:

$$K_p = 4; K_i = 0,6; K_d = 5,7.$$

При этом были получены следующие значения показателей качества:

$$t_H = 0,39 \text{ с}, \sigma = 2\%.$$

Соответствующая схема моделирования приведена на рис. 8, а график переходного процесса – на рис. 9.

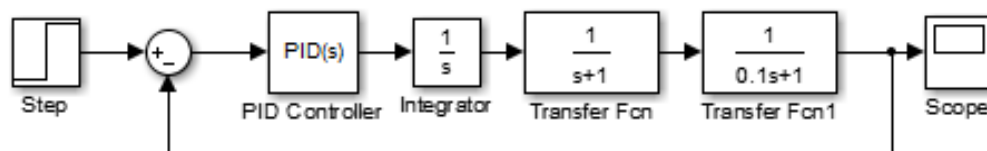


Рис. 8. Схема моделирования в Simulink

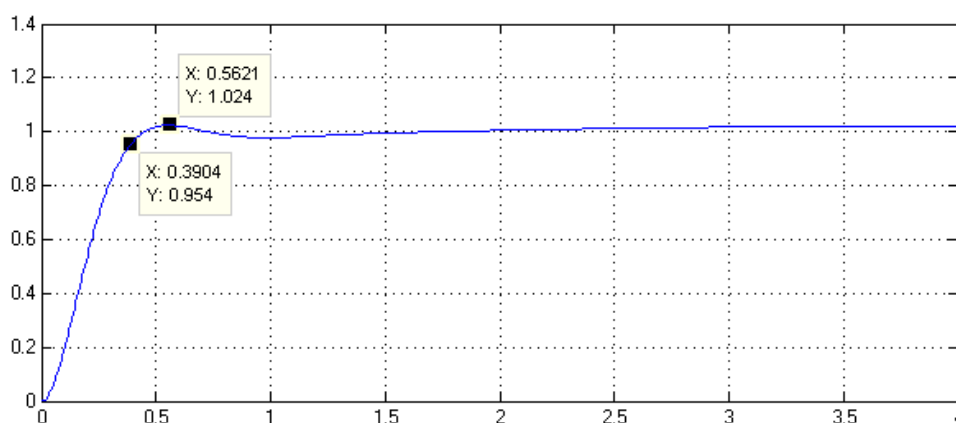


Рис. 9. Переходный процесс, полученный при помощи инструмента PID Tuner

Инструмент PID Tuner может быть неудобен тем, что трудно понять, как изменение положения ползунков повлияет на время переходного процесса и перерегулирование. Также неочевидно, когда небольшое изменение одного из параметров приведет к пересечению 5%-ной границы. Программа ТТФ в этом плане значительно нагляднее, так как предоставляет общую картину, которую можно рассмотреть с разных сторон. Это полезно при выборе коэффициентов, исходя из требований к робастности: точки, вблизи которых резко меняются цвета, и точки, находящиеся на границе облака, можно сразу отбросить, так как в них небольшое изменение коэффициентов приводит к значительным изменениям показателей качества или выходу за поставленные границы соответственно. Инструмент PID Tuner не позволяет делать такие выводы.

Главным преимуществом инструмента PID Tuner над программой ТТФ является скорость его работы: требуется лишь несколько секунд при запуске инструмента, а дальнейшая работа не требует существенных затрат машинного времени. При использовании ТТФ затраты машинного времени существенно зависят от числа точек, в которых необходимо производить расчет. Число точек, в свою очередь, выбирается пользователем при задании областей определения коэффициентов регулятора.

Таким образом, время работы программы во многом зависит от требований пользователя. По этой причине во время работы функция ТТФ выводит на экран текущий прогресс, время, затраченное на каждую итерацию внешнего цикла (один шаг по коэффициенту K_p), общее число итераций и среднее время

итерации. Выводимые данные позволяют оценить время, которое потребуется на выполнение вычислений и прекратить работу программы, если это время слишком велико, чтобы увеличить размер шага и запустить программу заново.

Проанализировав упомянутые выше достоинства и недостатки обоих инструментов, отметим, что для решения задачи параметрического синтеза регуляторов выбор зависит от предпочтений пользователя и дополнительных требований при решении задачи. Однако заметим, что программа ТТФ принимает на вход любую передаточную функцию с тремя параметрами, подлежащими определению. Это не обязательно должны быть коэффициенты ПИД-регулятора. И хотя при выводе графиков они будут названы именно так, по сути программу ТТФ можно использовать при анализе показателей качества любых линейных систем с одним, двумя или тремя параметрами, будь то коэффициенты усиления, постоянные времени или что-то еще. Это существенно расширяет применимость ТТФ и дает ей преимущество над существующими решениями.

Заключение. Разработанная автором программа позволяет существенно упростить процесс параметрического синтеза ПИД-регуляторов для линейных САУ при заданных требованиях по качеству управления. Одним из ее преимуществ является работа непосредственно с показателями качества: временем переходного процесса и перерегулированием,

что позволяет избежать неточностей, которые возникают при использовании приближенных формул, которые, в свою очередь, связывают эти показатели с корневыми критериями качества (степень устойчивости и степень колебательности). Кроме того, разработанная программа рассматривает передаточную функцию целиком и поэтому учитывает взаимное расположение нулей и полюсов, что позволяет получить более правдивую картину по сравнению с методами, анализирующими качество систем только по характеристическому полиному их передаточной функции.

Результат работы программы – исчерпывающий массив данных, из которого с помощью средств MATLAB можно извлечь гораздо больше информации, чем выводится по умолчанию. Используемые функцией ТТФ подпрограммы подходят для использования вручную и позволяют строить графики по рассчитанному ранее данным, используя разные значения времени переходного процесса и перерегулирования для фильтрации точек. Такая схема работы позволяет один раз выполнить расчеты с высокой точностью на высокопроизводительном компьютере, а затем анализировать данные на сравнительно слабых машинах. Другой подход – итеративное приближение к наилучшим показателям качества за счет использования сравнительно большого шага и постепенного сужения областей определения коэффициентов регулятора. В примере, рассмотренном в данной статье, использовался первый подход, и он позволил успешно и быстро справиться с поставленной задачей.

1. Справочные материалы по ПИД-регулятору в среде Simulink. Mathworks Inc. 2015 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mathworks.com/help/simulink/slref/pidcontroller.html> (дата обращения: 12.12.2018).

2. Control System Design and Tuning [Электронный ресурс]. URL:

<https://ww2.mathworks.cn/help/slcontrol/referencelist.html?type=block> (дата обращения: 12.04.2019)

3. Фомичева С.Г. Теоретические аспекты квантования баз знаний в мультиагентных системах // Информационно-управляющие системы. 2017. №3(88). С. 2–10.

4. Фомичева С.Г., Конев А.В. Адаптивная система управления содержанием оксида кремния в шлаках при переработке медно-никелевых руд // Программные продукты и системы. 2014. №3. С. 131–140.

5. Разработка и реализация ПИД-регуляторов [Электронный ресурс]. URL: <https://matlab.ru/solutions/spheres/control->

[systems/pid-control](https://matlab.ru/solutions/spheres/control-systems/pid-control) (дата обращения: 12.04.2019).

6. Turevskiy A. MathWorks. PID Control Design with Control System Toolbox [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathworks.com/videos/pid-control-design-with-control-system-toolbox-68748.html> (дата обращения: 12.04.2019).

УДК 622.7.05:621.867.2:004.92

Е.Г. Бунас¹, В.И. Склянов²,
З.Г. Уфатова², А.С. Корецкий³

¹ЧОУ ДПО «Корпоративный университет «Норильский никель»

²ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

³ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЁМА РУДО-МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НА КОНВЕЙЕРЕ

При каждой стадии планирования горных работ ставятся задачи и планируются масштабы отклонений по показателям при транспортировке рудо-минерального сырья. В связи с этим представляется проект по 3D сканированию потока руды для определения объема материала. Бесконтактные системы лазерного 3D контроля и учёта объёма руды и при известной плотности материала позволяют автоматически рассчитывать массу руды. Программное обеспечение LASE CEWS содержит интуитивно понятный интерфейс пользования системой. Высокая воспроизводимость результатов всех измерений с низким уровнем погрешности достигается за счёт применения техники лазерного сканирования. Для решения задачи BVC Bulk Volume Conveyor разработано специальное прикладное программное обеспечение Lase Application Volume Measurement.

Ключевые слова: 3D сканирование, рудо-минеральное сырьё, ленточный конвейер, бесконтактные системы лазерного 3D контроля и учёта объёма руды, скан-профиль.

На крупнейшем в истории VALE комплексе по производству железорудного сырья «S11D» в северной части Бразилии на 15 ленточных конвейерах запущены в эксплуатацию бесконтактные системы лазерного 3D контроля и учёта объёма руды (рис. 1). Передовые измерительные технологии обеспечили новый стандарт производительности в горнодобывающем комплексе. Для измерения профиля и объёма железной руды на конвейерных лентах над каждой из них установлен один лазерный 2D сканер

LASE 2000D-11x Series таким образом, что зона его сканирования направлена вниз в поперечной плоскости к направлению движения материала.



Рис. 1. Сканеры для измерения объёма руды на конвейере

Сканер бесконтактно формирует 2D скан-профиль насыпи, который сравнивается с нулевым профилем конвейерной ленты (рис. 2). Разница 2D скан-профилей при известной скорости движения ленты позволяет точно определить объём материала и при известной плотности автоматически рассчитывать массу руды. За счёт высокой разрешающей способности лазерного сканера (до 100 2D скан-профилей в секунду) объём материала можно высчитать даже при больших скоростях движения ленты. А специальные алгоритмы для настройки и калибровки обеспечивают высокую точность результатов измерения.

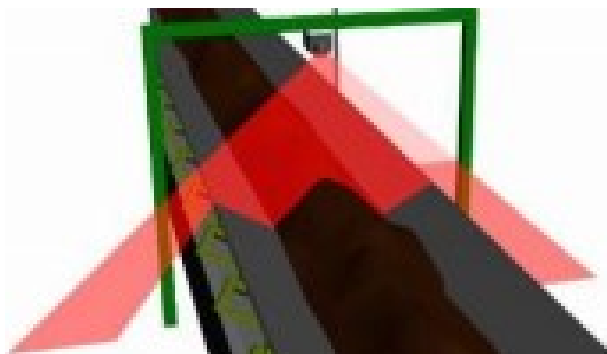


Рис. 2. Скан-профиль насыпи на конвейерной ленте

Программное обеспечение LASE CEWS содержит интуитивно понятный интерфейс пользования системой, что определяет простоту её наладки и обслуживания. Для интеграции в АСУ ТП предприятия применены общепромышленные интерфейсы связи Ethernet TCP/IP, Profibus DP, аналоговый 0–20 мА и RS–422. Благодаря своей надёжной конструкции сканер безотказно работает в самых тяжёлых климатических условиях. Архитектура системы позволяет организовать управление измерениями сразу для четырёх конвейерных линий с одного автоматизированного рабочего места оператора. Масштабируется, не требуя затрат на дополнительное оборудование.

Программно-аппаратная автоматизированная система предназначена для измерения объёма или контроля уровня

заполнения ленты конвейера, оснащённая лазерными средствами измерений и программными компонентами отображения, обработки и анализа данных, а также передачи/хранения информации (рис. 3).



Рис. 3. Программно-аппаратная автоматизированная система

Бесконтактное высокоточное измерение или непрерывный контроль объёма насыпного груза на конвейерной ленте позволяет:

- автоматизировать технологические процессы;
- оптимизировать грузопоток при перевалке и транспорте сыпучих материалов;
- бесконтактно определять объём или массу грузопотока;
- одновременно поддерживать до четырёх конвейерных линий;
- осуществлять комплексный мониторинг и анализ данных;
- производить учёт общего значения объёма и массы сыпучего материала;
- измерять положение ленты на конвейере;
- оптимально дозировать при достижении максимальной пропускной способности линии;
- минимизировать трудозатраты;
- осуществлять режим удалённого управления технологическим процессом перевалки и транспорта сыпучих материалов на конвейере;

- создавать автоматизированное рабочее место оператора.

Высокая воспроизводимость результатов всех измерений с низким уровнем погрешности осуществляется за счёт применения техники лазерного сканирования и современных технологий сбора, обработки и передачи информации. Точный расчёт заполнения конвейера по объёму или массе сыпучего материала с контролем скорости движения ленты и её расположения на конвейерной линии позволяет осуществлять центрирование сыпучего материала на ленте. Оптимизация технологии производства осуществляется за счёт корректного дозирования материала, учёта и планирования грузопотока и автоматизации процессов перевалки.

Установку бесконтактной системы лазерного 3D контроля и учёта объёма руды начинают с выбора места и организации периметра монтажа лазерного 2D сканера над конвейером. Затем лазерный 2D сканер серии Lase 2000D-118 устанавливается на П-образной металлоконструкции, в направлении обзора конвейерной ленты, в поперечной плоскости сканирования (рис. 4).

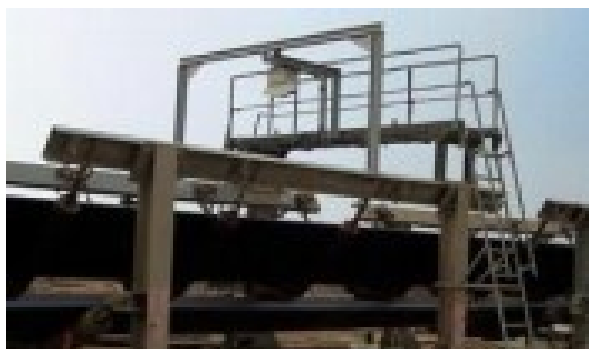


Рис. 4. Место установки лазерного 2D сканера серии Lase 2000D-118

Предварительно формируется и задаётся нулевой профиль конвейерной ленты путём её сканирования без материала. Измерительная система LaseBVC непрерывно осуществляет высокоскоростное 2D сканирование профиля конвейерной ленты и в реальном

времени совмещает результаты с уже известной скоростью её движения, формируя точный 3D объём (массу) заполнения конвейера, отображая все технологические данные на АРМ оператора.

Разработанное специальное прикладное программное обеспечение Lase Application Volume Measurement для решения задачи BVC Bulk Volume Conveyor позволяет отображать измеренные значения в реальном времени, реализовывать расчёты средних значений. Сбор измеренных данных, формирование и визуализация результатов измерений в интерактивном информационно-технологическом интерфейсе пользования осуществляется с поддержкой калибровочных функций (рис. 5). Целевая сегментация зоны сканирования с использованием алгоритмов фильтрации исключает ошибочные данные. Идентификация категорий пользователей разграничивает права доступа с настройкой многопрофильной визуализации.

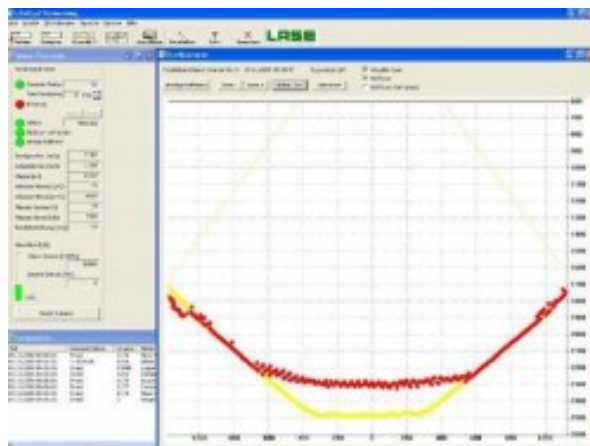


Рис. 5. Специальное прикладное программное обеспечение Lase Application Volume Measurement, разработанное для задачи BVC Bulk Volume Conveyor

Высокоточные оптические устройства предназначены для бесконтактного, лазерного измерения размера, 2D сканирования, контроля профиля поверхности, положения и перемещения объекта, а также построения трехмерных объёмных моделей.

Высокоточная система лазерного 2D измерения специально разработана для решения задач контроля и учёта объёмов заполнения конвейерной ленты. Контроль грузооборота, учёт объёма и управление запасами сыпучих материалов с обеспечением безопасности в работе реализуется лазерным 2D сканером серии LASE 2000D-Series.

Лазерный 2D-сканер SOLUTION LASE серии 2000D на Р-портале. Лазерные сканеры из серии 2000D-LASE являются двухмерными без контактной системы для измерения расстояний, созданных для промышленных условий, которые также могут использоваться для наружных применений. Интерфейс сканера выводит данные контура на записанное окружение, работая с постоянно необработанными данными, в том числе со значениями расстояния и угла.

Множественные импульсные ИК лазерные лучи, проходящие через вращающуюся головку объектива, сканируют окружающие 2D профили. LASE 2000D отправляет очень короткий световой импульс, измеряет время выполнения этих импульсов на объект и обратно, вычисляет расстояние таким же образом, как и определяет угол импульсов, отправляемых обратно для получения максимума. Скорость составляет 15 раз в секунду и создает изображение профиля всей среды, включая все объекты.

В зависимости от типа сканера, серия Lase 2000D имеет радиус захвата 120 м для темных целей и 250 м для ярких целей под углом до 360°. Благодаря опциональной поворотной платформе (3D-блок) можно представить даже 3D-профиль.

На контрольном участке конвейера он непрерывно генерирует лазерные импульсы в поперечной плоскости, в то время как лента движется с известной скоростью, формируя трехмерный объем

и профиль сыпучих материалов, транспортируемых на конвейерной ленте в режиме реального времени. Осуществляется математический анализ результатов и трехмерное моделирование объектов по периметру сканирования. Сканер с большим диапазоном измерения, неограниченным углом развертки и высоким угловым разрешением может использоваться в различных отраслях промышленности. Кстати, сканеры серии LASE 2000D-13x с увеличенной дальностью действия (рис. 6).



Рис. 6. Вид конвейера с установленной системой лазерного 2D измерения, специально разработанной для решения задач контроля и учёта объёмов заполнения конвейерной ленты

Выводы. Экономически выгодная система измерения объема для горнодобывающих компаний, которая позволяет проводить процесс наиболее эффективно, безопасно и надежно. Более того, многие горнодобывающие компании в мире приняли стратегию, которая включает в себя как реализацию новых инвестиционных проектов, так и оптимизацию эксплуатационных расходов, что, безусловно, невозможно без внедрения новых систем автоматизации, мониторинга и диспетчеризации.

Применение системы измерения объема рудо-минерального сырья при транспортировке на конвейерах ПАО «ГМК «Норильский никель» позволит повысить качество и безопасность работ, а также получить экономический эффект.

1. Лазерное сканирование: методическое пособие // ЗАО «Научно-производственное предприятие «НАВГЕОКОМ». 2006.

2. Компания Leica Geosystem [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.leica-geosystems.com

3. ЗАО «Проектно-изыскательский Институт ГЕО» [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.pgeo.ru
4. Рабочая инструкция по проведению съемочных работ с использованием наземной лазерной сканирующей системы.
5. Трехмерный лазерный сканер: принцип работы и область применения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ehs.uky.edu/radiation/laserfs.html>
6. Direct Reflex EDM Technology for the Surveyor and Civil Engineer [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.navgeo.com.ru/download/pub/raznoe/DirectReflexEDMTechnologyWhitePaper.pdf>
7. Laser safety [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.photonics.com/lasersafety.html>
8. An Overview of the LED and Laser Classification System in EN 0825-1 and IEC 60825-1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.lasermet.com/resources/classificationoverview.htm>
9. Laser Classification [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ptcl.chem.ox.ac.uk/MSDS/laserclassification.html>
10. Laser safety [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/Lasersafety>
11. Object scanning in cultural heritage [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://scanning.fh-mainz.de/scanninglist.php>
12. Евченко К.Г. Выбор геометрического моделировщика // САПР и графика. 2002. №2.
13. Жигулин В. О том, как твердое тело может быть слишком твердым, или взгляд на параметризацию сбоку // САПР и графика. 2001. №1.
14. Быков А.В. Желаемое и действительное в геометрическом моделировании Электронный ресурс // САПР и графика. 2002. №1.
15. Перегуд В. NURBs-моделирование // Компьютерные вести On-line. 1998. №50.
16. Nonuniform rational B-spline [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/Nurbs>
17. Пономаренко С.И. Пиксел и вектор. Принципы цифровой графики СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 496 с.
18. Комиссаров А.В. Исследование точности наземных лазерных сканеров // Современные проблемы технических наук: сб. тез. докл. Новосиб. межвуз. науч. студен. конф. «Интеллектуальный потенциал Сибири». Ч. 3. Новосибирск, 2004. 104 с.
19. LMS-Z360 Laser mirror scanner. Technical documentation and users instructions. Horn: Riegl Laser measurement systems, 2003. 92 p.
20. Цифровая картография и геоинформатика. Краткий терминологический словарь / под общ. ред. Е.А. Жаловского. М.: «Картгеоцентр»–«Геоиздат», 1999. 46 с.
21. Карпик А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: монография. Новосибирск: СГГА, 2004. 260с.
22. СНиП 11–02–96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Стройиздат, 1997.
23. Медведев Е.М. Лазерный сканер не роскошь, а средство дистанционного зондирования // Геопрофи. 2003. № 4. С. 16–18.
24. Середович А.В. Методика топографической съемки застроенных территорий с применением наземного лазерного сканирования // Известия вузов. Горный журнал. Екатеринбург, 2004. №6. С. 3–8.
25. Laser Scanner Specifications [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.i-site3d.com/pdf/4400L_Rspecsweb.pdf
26. Long Range 3D Terrestrial Laser Scanner LMS-Z210ii [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.riegl.com/terrestrial-scanners/lms-z210ii/210iiall.htm>
27. Лазерный 3D сканер Trimble GX. Технические характеристики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.trimble.com/realworks.shtml>
28. Программное обеспечение RealWorks Survey, техническое описание [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://trl.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-241129/022543-123B-RURealWorksTNl105lr.pdf>
29. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. Новосибирск: СГГА, 2009. 261 с.

МЕТОДОЛОГИЯ И ПРИМЕР ВЫБОРА ПЛОЩАДОК ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Рассмотрены методология и пример применения архивных геологических материалов для выбора места захоронения радиоактивных отходов. Сформулированы предпосылки и мотивация предлагаемого подхода. Цель – пополнение объема горно-геологических знаний Росатома и кооперация компетенций разных отраслей при конкретном деле. Обозначены этапы работ для Печенгской вулканогенно-осадочной структуры. Выбор предполагает оперативную и упрощенную оценку базы – геологических условий площадок. За основной выбран критерий гидравлической проницаемости пород. По данным разведочных скважин глубиной до 2 км определена площадка «SAMPO-Pechenga-I». Выражено пожелание специалистам Росатома публично обозначить свое мнение относительно методологии работ и полученных результатов.

Ключевые слова: Кольская сверхглубокая скважина, разведочные скважины, радиоактивные отходы, захоронение, гидравлическая проницаемость пород, Печенгская вулканогенно-осадочная структура.

*Посвящается геологоразведчикам медно-
никелевых месторождений
Печенги:*

*Руда закончится, но добытые
вами знания могут пригодиться вновь.*

Введение. Существует важная задача (при геологическом приоритете) по «вечной» изоляции от биосферы радиоактивных отходов (РАО). Она весьма дорога [1] и мало где в мире безупречно решается. К сожалению, и Росатом, мягко говоря, испытывает трудности при обосновании природных объектов как основы комплексного выбора мест приповерхностного/подземного размещения/захоронения РАО. Скоропалительное создание нынешней системы изоляции РАО не похоже на достойный, с допустимыми затратами, эффективный и безопасный вариант.

Примеры конкретных предпосылок поиска новых подходов. В России сложилась необычная, нигде в мире не встречающаяся, ситуация. В рекордный срок (около десяти лет от начала работ на участке «Енисейский») оформлены все/основные разрешительные документы на федеральный и единственный, на миллион лет, ПГЗРО (пункт

глубинного захоронения радиоактивных отходов) – Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 апреля 2016 г. №595–р и многовековая («на срок эксплуатации»!) лицензия КРР 16117 ЗД (встречается еще обозначение КРР16117ЗД, см. также госзакупка под номером 0573100027019000007). Разрешение на таком уровне строить ПГЗРО и размещать там РАО наивысшей опасности (прежде всего, ВАО – высокой активности) должно означать, что обоснование объекта полностью выполнено и дополнительных крупных исследовательских проектов не требуется. Создание мощной наземной инфраструктуры для ПГЗРО (энергетической и транспортной) начато. Однако практически одновременно с получением разрешительных документов дело скачком вернулось к истокам – вновь, как бы, к подготовке еще лишь материальной базы научного обоснования ПГЗРО. На этот раз, база – ПИЛ (подземная исследовательская лаборатория). При настоящих (противореча указанным документам) публичных заявлениях типа: «Решение о строительстве ПГЗРО и о захоронении РАО будет приниматься не ранее 2030–2035 годов и только после вы-

полнения в ПИЛ всего комплекса исследований по более чем 150 направлениям». При настойчивой «подтанцовке» некоторых экологов, не имеющих горно-геологических знаний и опыта. Людей, которые, как следствие, не могут, видимо, увидеть инфраструктурные и финансовые различия ПИЛ и ПГЗРО.

Это не первая (не по науке и зарубежному опыту) странность в начале истории национального ПГЗРО, развивающейся как трансформация идеи цеха Горно-химического комбината (ГХК). До уникальной («с ног на голову») последовательности работ по участку «Енисейский» было назначение, без должного выбора, приоритетности Красноярска среди регионов страны и участка «Енисейский» по сравнению с площадками Нижнеканского массива (введен в рассмотрение первым и впервые федеральной целевой программой «Энергоэффективная экономика» на 2002–2005 годы и на перспективу до 2010 года») гранитов. При таком командно-административном подходе можно не заметить тревожные признаки. А они есть и их много.

Многие уже излагали, например, свою точку зрения по поводу количества, глубины, качества исследовательских скважин (это первая материальная база научного обоснования) на директивном участке «Енисейский» и прочих особенностях «Енисейского проекта» [2]. В 2019 г. низкое в среднем качество как открытой, так и под обсадкой части стволов вновь обнародовано в работе [3]. Кроме того, дополнительно сообщается о случаях нарушения (менее, чем после десяти лет эксплуатации) интервалов цементирования зазоров между стенкой скважины и обсадной колонной. Сторонникам горного массива участка «Енисейский» и бетонных инженерных барьеров изоляции РАО здесь (как, к слову, и могильников в подземных выработках Красноярского ГХК) следовало бы, вероятно, задуматься над результатами этого эксперимента. Тем более, что он будет продолжен минимум на шести консервируемых

скважинах при установке обсадных колонн и цементировании затрубного пространства в каждой из них от устья до забоя.

За выполнение работ по проведению комплексного анализа территории Мурманской области и других регионов в 2016–2018 гг. по заданию Росатома в целях формирования перечня перспективных участков для размещения нескольких приповерхностных пунктов захоронения РАО 3-го и 4-го классов (ППЗРО, РАО низкой и средней активности) ГК «НЕОЛАНТ» получила благодарность от ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» [4]. Однако, видимо, из-за неудачи на Кольском полуострове, об итогах здесь (включая результаты инженерно-геологических изысканий) и каких-либо их общественных обсуждениях неизвестно, хотя это и было обещано публике в «начале пути», и, скорей всего, по той же причине Росатом исключил Мурманскую область из заявки на финансирование и закупки на выполнение работ с общественностью, хотя другие «испытываемые» ГК «НЕОЛАНТ» в ней присутствуют.

Не снята неопределенность с ППЗРО в Сосновом Бору Ленинградской области накануне решения масштабных задач по выводу из эксплуатации блоков ЛАЭС–1 с наработкой большого объема РАО разных категорий. Нет представлений и о том, как и где будут захоронены РАО при демонтаже Кольской АЭС.

На Урале и в Сибири стремятся уран-графитовые реакторы и бассейны-отстойники (ВАО и САО) захоронить способом «зеленый курган»/«зеленая лужайка», который вряд ли можно считать безопасным.

Расчетные параметры миграции радионуклидов из пунктов захоронения/хранения РАО, из-за недостоверных данных о массивах и слабого программного обеспечения (разброс в конечных результатах составил шесть порядков между участниками международного

сравнения авторами сценариев и программ [5 и комментарии]), трудно принимать за основу оценок безопасности. Разным специалистам нужно, идя от натуры, комплексно и добросовестно посмотреть в будущее. Однако, увы, сейчас такое не осилить. Причина – ППЗРО и ПГЗРО в России создаются при отсутствии доступных исходных геологических данных. Поэтому, скорее всего, лет через 30–50 общество (неожиданно!) обнаружит факты, не всегда приятные.

Кроме того, глобально безопасность пунктов захоронения РАО полезно оценивать не только с позиции отдельных трудностей и ошибок, но идя и от существующих стратегий/идеологий в целом. Например, сравнение Д. Башкировым (его комментарий от 10.08.19, [6]) эффективности средней природной защиты, техногенного приповерхностного и подземного захоронения показывает (при стремлении к простому и доступному изложению, однако, как говорится, с цифрами в руках и по-крупному), что к идеалу (природе) может (при определенных условиях) приблизиться лишь ПГЗРО.

И – производное от активного строительства Росатомом АЭС за рубежом. На примере нарождающейся ядерной энергетики Республики Беларусь. Выполнен показательный, хотя пока еще и только для стадии эксплуатации АЭС, анализ проблемы ОЯТ (отработавшее ядерное топливо) и РАО. Не затронута стадия снятия с эксплуатации. Тут все: и в разы заниженные деньги, и «общемировая» идеология переработки ОЯТ, и степень нерешенных межгосударственных проблем с перекладыванием их на другие поколения (дело уже вовсю раскручено). Что, где и как? Относительно ОЯТ и РАО – невнятная Стратегия [7].

Постулат. Отечественной атомной отрасли, в связи с трудностями нового дела, нужна обширная помощь специалистов по земным недрам при обсуждении проблемы и выборе сильных решений, основанная на их знаниях и опыте, а также на информационных ресурсах

горно-геологической отрасли России. Нужны в интересах Росатома новые (но первоначально – исключительно камеральные) оперативные «массовые поиски». На этот раз не урана, а наилучших инженерно-геологических условий по архивным/фондовым материалам, учитывая и географию страны. Хотя бы по некоторым ядерным регионам: Кольский полуостров, Урал, Красноярский край, Дальний Восток. А также, возможно, в интересах Казахстана, Беларуси и Украины по их территориям.

Хотя наилучшие в целом условия оцениваются по совокупности аргументов (например, по 51 только геологическому критерию в работе [8], а далее еще и по ряду критериев социально-экономических), основным и весьма плодотворным при «массовых поисках» наилучших инженерно-геологических условий является критерий гидравлической проницаемости пород [9]. Естественно и важно, что он одновременно характеризует степень нарушенности/монолитности массива.

Этапы постулированных «массовых поисков» наилучших инженерно-геологических условий по Кольскому полуострову

Первый этап. Предварительные обзорные итоги таких поисков (1998 г.) по Мурманской области (безрудные породы вблизи проявлений никеля, апатита, железа, мусковита, редких металлов и других полезных ископаемых) приведены в [10–12]. Выполненные сравнения (в том числе, с данными по ПГЗРО Швеции и Финляндии) показали, что по гидроизолирующим свойствам пород Кольского полуострова и сопредельных территорий предпочтение (по выборке геологических отчетов и публикаций, обнародованных, примерно, до 1995 г.) нужно отдать поиску и дальнейшей оценке площадок в пределах Печенгской вулканогенно-осадочной структуры. На этом этапе Печенга была представлена 13 глубокими скважинами максимальной

глубиной до 2000 м с суммарной мощностью только интервалов гидравлических испытаний более 9400 м. Напомним, что специалисты Росатома в 2006 г. обозначили за рубежом участок «Енисейский» приоритетным для ПГЗРО, когда там была пробурена из «глубоких» лишь одна 600-метровая скважина; гораздо раньше на площадке ПО «Маяк» – 12 скважин глубиной 1000–1200 м каждая, по которым площадка признана пригодной для сооружения подземного объекта окончательной изоляции ВАО. На лучшей площадке проекта NUCRUS 95410 по Кольскому полуострову – 6 скважин по 600 м.

Второй этап. Идя далее по такому пути, развивая и апробируя его до конечного результата, впервые в 2016–2017 гг. (вообще и для региона в частности) предложен вариант конкретной площадки (авторское название «SAMPO-Pechenga-I») для РАО [13]. Возможная социокультурная трактовка такого подхода в контексте не только естественнонаучного, а в целом понимания (в необходимой полноте) феномена ядерной энергии представлена Е.В. Комлевой [14]. Следует заметить, что другие социокультурные оценки не известны ни для одного ПГЗРО/ППЗРО мира.

Третий этап. Это этап не бывший, а ожидаемый в будущем и для независимых от автора настоящей статьи разных исполнителей. Прежде всего, он предполагается назначением для специалистов Росатома с его партнерами. Они явно не испытают трудностей с доступом к региональным, корпоративным (ПАО «ГМК «Норильский никель») и федеральным геологическим фондам. Неизменным предлагается лишь объект исследований – Печенгская вулканогенно-осадочная структура и, по возможности, ее обрамление. Методика работ может изменяться по усмотрению исполнителей. К слову сказать, в свое время в скважинах месторождений Печенги (подземных и с поверхности) достаточно интен-

сивно применялись (производственными организациями – комбинатом «Печенганикель» и Мурманской геологоразведочной экспедицией) методы ядерной геофизики (в том числе, нейтронные). Их результаты (как и других освоенных здесь методов скважинной геофизики) также могут быть использованы по новому назначению – для оценки технического состояния стволов и, в конечном итоге, инженерно-геологических условий пород. Цель этапа – учесть разные взгляды и создать основания для формирования безупречно объективной оценки пригодности/непригодности заданного геологического объекта для захоронения РАО существующих категорий.

Закключение. Двадцать лет уже идея и разнообразные материалы относительно Печенги настойчиво, отстаивая позицию специалистов Кольского полуострова, публикуются [9–15]. От представителей атомной отрасли и иже с ними никогда не было публично ни опровержения, ни поддержки. Частным образом иногда приводились не выдерживающие никакой критики доводы или сообщалось: «Альтернативы не нужны!» Хотя всем, знакомым с историей Атомного проекта СССР, известно, что альтернативы – это успех дела в целом. Кроме того, принятые принципы создания национальной системы объектов захоронения РАО с непродуктивными приоритетами дает и будет множить сбой, когда «первым делом, первым делом» – административный ресурс, сегодняшние удобства и экономия, площадки в местах присутствия Росатома, сомнительное математическое моделирование, а геология и скважины – это потом.

Может быть, стоит проверить предположение хотя бы о том, что Печенгский ПГЗРО в регионе знаменитой Кольской сверхглубокой скважины, разнообразный по типам РАО и РАО-модулям (подземные выработки, глубокий карьер и

глубокие скважины большого диаметра), мог бы быть удачным дополнением подземному могильнику в Железногорске Красноярского края и приповерхностным могильникам Урала и Сибири?

Не особенно надеясь на появление в реальности локализованной системы разных модулей Печенгского ПГЗРО, все же полезно зафиксировать, что такой вариант («SAMPO-Pechenga» – красивый, надежный, уникальный и, возможно, дешевле распределенной системы других пунктов захоронения

РАО) был. Не особенно надеясь, но... Президент В.В. Путин поддержал же идею создания вблизи Мурманска научного центра по ядерной физике [16].

Существует опасение, что идея Печенги при ее реализации в федеральном масштабе приведет к истощению иностранной помощи на ниве ликвидации «ядерного наследия» Кольского полуострова. Однако полезно смотреть дальше. Включение Печенгского ПГЗРО в зарубежный «портфель заказов» Росатома наверняка заменит западную благотворительность на серьезные инвестиции.

1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bezrao.ru/n/2901>.

2. Экологический вестник России. 2018. №7, 8, 11 и 2019, №6–7; Научный вестник Арктики. 2018. №3, 5; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8150>; <https://www.proza.ru/2018/02/13/284>.

3. Техническое задание и Пояснительная записка к договору на проведение работ по консервации исследовательских скважин на Енисейском участке (Красноярский край) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zakupki.gov.ru/223/purchase/public/purchase/info/documents.html?reg-Number=31908140069>.

4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://neolant.ru/press-center/news/index.php?ID=2802>; http://www.neolant.ru/press-center/news/index.php?ELEMENT_ID=3080.

5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8589>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8666>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8742>.

6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=8725>.

7. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bezrao.ru/n/2952>.

8. Melnikov N.N., Konukhin V.P., Komlev V.N. et al. Improvement of the Safety of Radioactive Waste Management in the North West Region of Russia. Disposal of Radioactive

Waste. TACIS Project. NUCRUS 95410. Task 3. Report. Apatity – Orlean, Russian Federation–France, 1998. 270p.

9. Комлев В.Н., Комлева Е.В. Критерий гидравлической проницаемости пород при подземной изоляции ядерных материалов (анализ шведско-финско-российского опыта). Материалы межд. симпозиума «Геохимия ландшафтов, палеоэкология человека и этногенез», 6–11 сентября 1999 г. Улан-Удэ, 1999. С. 47.

10. Комлев В.Н., Бичук Н.И., Зайцев В.Г. Социально-экономические предпосылки нетрадиционного участия сырьевых отраслей в ядерных программах // Ресурсы регионов России. 2000. №3. С. 2–10 // Вестник Удмуртского университета. Проблемы теории и практики экономической науки. №9. С. 169–194.

11. Komlev V.N. Native Nuclear Programmes, Generation's Responsibility, Regional Geological Experience and Site Selection for Underground Disposal of Potentially Super-Dangerous Materials // Industrial Minerals: Deposits and New Developments in Fennoscandia. Petrozavodsk, 1999. P. 150–153; Информационный бюллетень «Живая Арктика». 1999. №1. С. 34–43.

12. О перспективности площадок северо-западной части Мурманской области для размещения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива / В.Н. Комлев, Н.И. Бичук, В.Г. Зайцев, Г.С. Мелихова // Тезисы докладов II Международной конференции «Радиационная безопасность: радиоактивные отходы и экология», 9–12 ноября 1999 г. СПб, 1999. С. 24–25.

13. Комлев В.Н. Об исследовании и критериях выбора места захоронения радиоактивных отходов // Экологический вестник России. 2017. № 9. С. 32–39; №10. С. 26–30.

14. Век глобализации. 2011. №2. С. 140. Юридическая наука, 2012, № 1, С. 87; [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.socionauki.ru/journal/articles/136284/>; <https://helion-ltd.ru/philosophical-base/>; <https://cyberleninka.ru/article/v/fenomen-yadernoy-energii-sotsialnye-i-yuridicheskie-aspekty>; Медной горы Хозяйка, SAMPO (обзоры), <http://viperson.ru/people/komleva-elena-vladimirovna>, <http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2008/1/Komleva/>, <http://www.dialog21.ru/biblio/komleva.htm>; с.158, [https://www.csu.ru/faculties/Documents/sport/%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%A7%D0%B5%D0%BB%D0%93%D0%A3_2014_13%20\(342\)%20%D0%B2%D1%8B%D0%BF%204.pdf](https://www.csu.ru/faculties/Documents/sport/%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%A7%D0%B5%D0%BB%D0%93%D0%A3_2014_13%20(342)%20%D0%B2%D1%8B%D0%BF%204.pdf); <https://narfu.ru/university/library/books/2632.pdf>; <https://cyberleninka.ru/article/v/prirodoantroposotsialnyy-fenomen-yadernoy-energii-1>; <https://cyberleninka.ru/article/v/prirodoantroposotsialnyy-fenomen-yadernoy-energii>; [http://geo.asu.edu.ru/files/4\(43\)/25-32.pdf](http://geo.asu.edu.ru/files/4(43)/25-32.pdf).

15. Сборники материалов Воронежского технического университета «Комплексные проблемы техносферной безопасности». за 2015–2017 гг.; Труды научно-практических конференций с международным участием «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АЭС». Калининград. 2015–2016; Геофизический журнал (Украина). 2018. №2; 2017. №3; 2016. №5; Горно-геологический журнал (Казахстан): 2019. №2 (58); 2018. №3 (55); 2017. №1–2 (49–50) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nnc.kz/media/bulletin/files/2Z8ANU5Dsc.pdf>; <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=6837>; <http://www.atomic-energy.ru/articles/2015/04/20/56383>; <http://www.ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/kommentrij-specialista/2784-ob-issledovanii-i-kriteriyakh-vybora-mesta-zakhoroneniya-radioaktivnykh-otkhodov>.

16. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tass.ru/nauka/6824331>.

УДК 628.3:502:061(571.511)

Г.А. Велюжинец, Л.В. Крупнов, Т.Ю. Бородина,
Е.А. Паршинцев, О.В. Большакова

ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»

ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ И ШАХТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД – ОДИН ИЗ КЛЮЧЕВЫХ АСПЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ЗФ ПАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ»

Рассмотрены основные методы очистки сточных вод от загрязняющих веществ и предложен комбинированный метод, который состоит из механических методов и реагентного способа.

Ключевые слова: шахтные сточные воды, металлургические сточные воды, загрязняющие вещества, очистка сточных вод, химические методы очистки, физико-химические методы, предельно допустимые концентрации, обеззараживание стоков.

Защита водных ресурсов от загрязнения промышленными стоками является одной из главных задач, поставленных

руководством ПАО «Горно-металлургическая компания «Норильский никель» перед своими подразделениями. Деятельность по охране окружающей среды

рассматривается как неотъемлемая часть производственного процесса. В Заполярном филиале ПАО «ГМК «НН» активно ведется поиск наиболее оптимальных и эффективных для условий Крайнего Севера технологических решений по очистке сточных вод.

Специалисты ЗФ реализуют ряд мероприятий, направленных на очистку производственных сточных вод. Выбор технологии очистки с учетом широкого спектра загрязняющих веществ и значительного колебания их содержания в течение суток и времени года не является простой задачей. Поэтому существующие типовые решения по очистке производственных сточных вод малоприменимы. В связи с чем для каждого выпуска стоков индивидуально проводятся научные исследования по выбору методов очистки с привлечением специализированных организаций.

В рамках научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ был проведен поиск технологических решений очистки производственных сточных вод смешанной ливневой канализации и комтоннеля Надеждинского металлургического завода, сточных производственных вод хвостохранилища «Лебяжье» Норильской обогатительной фабрики; шахтных вод рудника «Заполярный». Были разработаны технологии очистки шахтных вод рудника «Маяк»; шахты «Ангидрит» рудника «Кайерканский».

Дальнейшими этапами реализации проектов станет проектирование и строительство новых очистных сооружений, разработанных на основе найденных научных решений, что позволит минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

В 2017 г. в г. Красноярске состоялась VI конференция «Охрана окружающей среды и промышленная деятельность на Севере», посвященная вопросам обеспечения промышленной и экологической безопасности на предприятиях Сибири и

Заполярья [15]. Её проведение позволило объединить усилия органов исполнительной и законодательной власти, а также потенциал научных учреждений и общественных экологических организаций, промышленных предприятий из различных городов России.

Действующие технологические процессы переделов ЗФ предусматривают сброс производственных сточных вод, которые можно разделить на шахтные, образующиеся в процессах добычи руды и ее обогащения, и производственные сточные воды металлургических предприятий. В процессе добычи руды и её рудоподготовки образуются шахтные воды, которые подвергаются различного рода загрязнениям: взвешенными и взрывчатыми веществами, нефтепродуктами, соединениями азотной группы (аммоний, аммонийный азот) при проведении буровых работ с использованием взрывчатых веществ [1; 2]. Основными загрязнителями сточных вод обогатительных фабрик являются минеральные (частицы руды) и органические вещества (флотационные реагенты, нефтепродукты). Сточные воды металлургических предприятий имеют сложный состав и относительно высокое содержание различных загрязняющих веществ: взвешенных (нерастворимые в воде загрязнения) и органических (нефтепродукты, остатки флотационных реагентов) веществ, ионов тяжёлых металлов, нитрит-ионов, сульфат-ионов [3; 4].

Следовательно, вода не может быть использована для технического водоснабжения или сброшена в водоемы без очистки и соответствующей обработки. При выборе метода очистки необходимо учитывать состав загрязняющих веществ в шахтных (взвешенные и взрывчатые вещества, нефтепродукты, соединения азотной группы) и производственных (дополнительно загрязнены ионами тяжёлых металлов, нитрит-ионами, сульфат-ионами) сточных водах.

Требования к очищенной воде определяют её дальнейшее направление: в

случае использования воды в производственном цикле необходима её очистка до норм водооборота, при сбросе в водные объекты – в зависимости от их категории: до ПДК культ.быта или рыбхоза [5; 6].

Известные методы очистки шахтных и промышленных сточных вод подразделяются [6]:

1) на *химические* – очистка при помощи реагентов, предназначенных для очистки от тяжелых металлов и сульфатов, нейтрализации стоков, интенсификации процессов декантации и обезвоживания осадков;

2) *механические* – усреднение, процеживание (выделение крупных нерастворимых примесей, через решетки), отстаивание (осветление), фильтрование;

3) *физико-химические*:

- мембранные методы (предназначены для глубокой очистки и обессоливания стоков мембранными методами);

- сорбционные методы (предназначены для глубокой доочистки, селективного извлечения тяжелых металлов);

- экстракционные методы (извлечение тяжелых металлов, в том числе – селективное);

- электрохимические методы (извлечение тяжелых металлов, осаждение в виде металлов высокой частоты, концентрирование сульфат-анионов электролитным методом с ионоселективными мембранами);

- термические методы (обессоливание и концентрирование сточных вод выпариванием).

Одним из эффективных, простых и универсальных методов очистки сточных вод является *химический метод*. Он основан на добавлении к очищаемой воде реагентов. В результате химического взаимодействия осуществляется переход растворенных веществ в нерастворимый осадок. Способ универсальный, прост в эксплуатации и применим к широкому интервалу начальных концентраций ионов тяжелых металлов.

Среди химических (реагентных) методов очистки сточных вод наибольшее распространение получили следующие:

- нейтрализация – обеспечение требуемого pH; в качестве реагентов используется известь, соляная кислота, продувка углекислым газом и т.д.;

- процессы окисления и восстановления – в процессе реакции с окислителями/восстановителями загрязняющие соединения переходят в безвредные компоненты; в качестве сильных окислителей выступают соединения хлора, озона и т.д.;

- применение коагулянтов и флокулянтов – в качестве коагулянтов широко используется известковое молоко и пентагидроксохлорид алюминия $Al_2(OH)_5Cl$ [6].

Один из способов реагентной очистки сточных вод подтвердивших свою эффективность в условиях ЗФ, является этрингит-технология [7; 8].

В основе этрингит-процесса лежит нейтрализация воды известковым молоком с дальнейшим введением в нее алюмосодержащих реагентов. Данный способ позволяет провести глубокую очистку воды от сульфат-ионов методом перевода их в нерастворимое соединение гидросульфоалюминат кальция (этрингит). При глубокой нейтрализации воды известковым молоком происходит осаждение ионов тяжёлых цветных металлов. Для введения в процесс активного алюминия могут применяться различные реагенты, например, свеженаработанная гидроокись алюминия, глинозёмистый и высокоглинозёмистый цемент и другие [9]. Данный способ не позволяет производить эффективную очистку от нефтепродуктов и других органических соединений, повышенное содержание которых отмечается в промышленной воде ЗФ. Для очистки от указанных загрязняющих веществ самым простым решением является использование активированного угля.

Выбор конкретного способа для реагентной очистки сточных вод необходимо производить с учетом нескольких критериев:

- достижение требуемой глубины очистки;
- расход используемых реагентов;
- заражение очищенной воды постоянными примесями, содержащимися в реагенте;
- аппаратное оформление узла приготовления рабочего раствора (реконструкция или расширение производства).

Еще одним широко используемым и эффективным является *мембранный метод* обессоливания сточных вод с использованием ультрафильтрационных и обратноосмотических установок [10]. Однако его применение в условиях ЗФ осложнено климатическими условиями г. Норильска, которые указывают на недостатки реализации данного метода:

- закуп и доставка мембран обратного осмоса возможно только в летний период при положительной температуре окружающего воздуха, т.к. при изготовлении сменные мембраны заполняются водой; следовательно, доставка при отрицательных температурах окружающей среды невозможна;
- при мембранном обессоливании образуется два продукта – фильтрат (75%) и солевой концентрат (25%); солевой концентрат подлежит дальнейшей переработке, например, выпариванию; после чего получают твердые соли, которые необходимо размещать на специализированном складе отходов в закрытом от осадков помещении.

Электрохимические методы позволяют эффективно очищать промышленные стоки от тяжелых металлов и сульфат-анионов. Они основаны на процессе электролиза, в ходе которого протекают процессы анодного окисления и катодного восстановления растворенных веществ, электрокоагуляции, электрофлотуляции и электродиализа. Во избежание повторного заражения сульфатами

и хлоридами вместо коагулянтов вводят ионы тяжелых металлов, которые нарабатываются в электролизере [6; 11].

Экстракционные и сорбционные методы требуют большого количества реагентов, утилизации промывных вод и экстрактов. При этом данные методы являются высокоселективными и применяются при относительно высоком содержании в сточных водах растворенных веществ, представляющих техническую ценность [12; 13]. В связи с тем, что в ЗФ требуется комплексная очистка от различных загрязняющих веществ, рассматривать методы селективной очистки нецелесообразно.

Термические методы очистки энергозатратны и не предназначены для очистки больших объемов, в связи с чем в условиях ЗФ являются бесперспективными.

Для отделения в очищаемых стоках нерастворимых взвешенных и твердых частиц применяется *механическая очистка* сточных вод нескольких видов [1; 4]:

- процеживание – извлечение крупных нерастворимых примесей;
- отстаивание – удаление взвешенных частиц (песколовки, отстойники, осветлители, нефтеуловители);
- фильтрование – удаление взвешенных веществ в результате пропускания через пористый материал (гравий, кварцевый песок, антрацит и другие породы); очищаются стоки с большим содержанием тонкодисперсных твердых примесей;
- центрифугирование – отделение твердых частиц в гидроциклонах.

С применением сооружений механической очистки сточных вод можно добиться максимального удаления твердых частиц, однако степень очищения от органических, минеральных веществ и большинства химических примесей низкая.

В большинстве случаев очистка одним методом малоэффективна, а поэтому в технологической схеме переработки воды комбинируют различные методы – механические в сочетании с физико-химическими и химическими [14]. Только таким путем можно достигнуть высокого эффекта очистки сточных вод. Окончательному выбору определенной схемы очистки сточных вод должен предшествовать технико-экономический расчет нескольких сравнительных вариантов с учетом охраны окружающей среды и экологической экспертизой проекта.

Таким образом, на основании рассмотренных известных способов очистки можно сделать вывод, что необходимым требованиям удовлетворяет *комбинированный метод*, основанный на реагентной очистке и механических методах (отстаивание, фильтрование и т.д.). Выбор технологии очистки с учетом широкого спектра загрязняющих веществ зависит

от специфики производства, состава горючих масс и может колебаться в широких пределах в течение суток и времени года. В связи с чем для каждого выпуска индивидуально проводятся научные исследования по выбору методов очистки с привлечением специализированных организаций. Научные разработки должны сочетать в себе критерии достижения целей по соблюдению установленных нормативов в области охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности их применения. Для оценки каждого из предложенных технических решений необходимо проведение предварительных лабораторных исследований и тестирование в условиях действующего производства на реальных сточных водах. Так, специализированными организациями для водных объектов ЗФ был протестирован ряд технических решений, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Предложенные технические решения для очистки производственных сточных вод ЗФ

Тип производственных сточных вод	Исполнитель	Предлагаемое техническое решение для очистки
Шахтные воды	ООО «Средняя Волга», г. Новочебоксарск	Реагентная очистка, УФО обеззараживание, механическая очистка
	АО НПП «Биотехпрогресс», г. Санкт-Петербург	Реагентная и ионообменная очистка, обратный осмос, механическая очистка
	АО «Ионообменные технологии», г. Москва	Реагентная и сорбционная очистка, обратный осмос, механическая очистка
	ООО «Баромембранная технология», г. Владимир	Реагентная и сорбционная очистка, механическая очистка
	АО «ГСПИ», г. Новосибирск	Реагентная, сорбционная и ионообменная очистка, механическая очистка
Сточные воды металлургических предприятий	ООО «БМТ-инжиниринг», г. Москва	Реагентная очистка с применением электрокоагуляции, сорбционная доочистка, обратный осмос, УФО обеззараживание, механическая очистка
	Группа компаний «Экопроект», г. Екатеринбург	Реагентная очистка, сорбционная и механическая очистка
	ООО «ИМГ-Инжиниринг» в сотрудничестве с Outotec (Finland)	Реагентная и сорбционная очистка, обратный осмос, механическая очистка

В настоящее время ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» осуществляется комплекс мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов, направленных на выбор и внедрение технологических решений по очистке производственных сточных вод и ликвидацию выпусков. За последние годы ликвидировано одиннадцать выпусков сточных вод, введены в эксплуатацию четыре очистных сооружения с применением физико-химических методов очистки хозяйственно-бытовых сточных вод на следующих объектах: гараж снегоуборочной техники станции «Голиково», гараж в районе завода строительных материалов и конструкций, станция «ТЭЦ» Предприятия технологического железнодорожного транспорта; производственная база Газоспасательной службы, а также произведена реконструкция септика-отстойника на руднике «Маяк» и очистных сооружений карьера «Скальный»; построено и введено в эксплуатацию локальное очистное сооружение, предназначенное для очистки производственных сточных вод цеха обжига клинкера в производстве цемента Цементного завода; установлены гидродинамические фильтры на выпуске производственных сточных вод карьера «Скальный», введены в эксплуатацию очистные сооружения шахтных вод рудника «Заполярный» (рисунок).



Очистные шахтных вод
рудника «Заполярный»

Для очистки сточных вод для шахты «Ангидрит» рудника «Кайерканский» компанией ООО «Баромембранная технология» разработана технология с применением реагентного и электрохимиче-

ского методов. Часть сточной воды подаётся в электрокоагулятор с растворимыми алюминиевыми анодами, где под воздействием тока происходит электрохимическая выработка активного коагулянта – суспензии гидроксида алюминия, который подается в основной поток сточных вод в качестве коагулянта. Далее в процесс подается известковое молоко до достижения значения pH 12. После этого образовавшаяся суспензия направляется на фильтр-пресс, где осадок направляется на промотвал, а фильтрат нейтрализуется соляной кислотой до pH 7,5 и подаётся на напорные фильтры с зернистой загрузкой и двухкамерные угольные адсорберы с активированным углём. Данная технология очистки сточных вод способна достигать норм ПДК для сброса в водные объекты культурно-бытового значения. Недостатком данного метода является большое энергопотребление и выделение на операции электрокоагуляции водорода, который взрывоопасен.

Для сточных вод рудника «Маяк» ООО «Средняя Волга» предложена реагентная технология очистки сточных вод. Применение реагентного метода позволит очистить сточные воды от тяжелых металлов и повышенного соледержания. В напорный трубопровод шахтной воды подается известковое молоко до pH 12, после чего в процесс подается суспензия высокоглиноземистого цемента. Далее обработанная вода направляется в отстойник-флокулятор, куда подаётся флокулянт. В отстойнике-флокуляторе происходит процесс фазового разделения шахтной воды на отстоянную и осветленную части. Отстоянная часть, состоящая из гидроксидов металлов и гидросульфалюмината кальция, направляется на фильтр-пресс. Осветленная часть сточной воды поступает в емкость, в которую дозируется углекислота до значения pH 7,5÷8,5. Далее вода обеззараживается и обрабатывается озоном (для очистки от нитритов). Данная

технология очистки сточных вод способна достигать норм ПДК для сброса в водные объекты рыбохозяйственного значения. Преимуществом данного метода является возможность использова-

ния осадка очистки сточных вод в качестве компонента закладочных смесей для рудников.

Эффективность очистки шахтных вод по разработанным технологиям подтверждается результатами, представленными в табл. 2.

Таблица 2

**Результаты лабораторных испытаний очистки сточных вод
по указанным технологическим схемам**

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Единица измерения	ПДК культ.быт	ПДК рыбхоз	Очищенная вода «Ангидрит» (культ.быт)	Очищенная вода рудника «Маяк» (рыбхоз)
1	Хлориды	мг/дм ³	350	300	103,8	13,5
2	Сульфаты	мг/дм ³	500	100	18,5	1
3	Кальций	мг/дм ³	н/н	180	3,2	77,7
4	Железо общее	мг/дм ³	0,3	0,1	0,028	0,03
5	Медь	мг/дм ³	1	0,001	0,023	<0,001
6	Никель	мг/дм ³	0,02	0,01	0,02	<0,01
7	Кобальт	мг/дм ³	0,1	0,01	–	0,005
8	Натрий	мг/дм ³	200	120	31,6	41,1
9	Нитриты	мг/дм ³	3,3	0,08	0	0,07

Также Заполярным филиалом в рамках научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ проводится поиск технических решений очистки производственных сточных вод смешенной ливневой канализации и комтоннеля Надеждинского металлургического завода, сточных производственных вод хвостохранилища «Лебяжье» Норильской обогатительной фабрики.

Ввиду характерного отличия состава загрязняющих веществ производственных сточных вод от шахтных, связанных со спецификой производства, подбор технологии очистки до норм рыбохозяйственного значения потребует индивидуального подхода.

В связи с полной остановкой переделов Никелевого завода, работавшего с 1942 г., масса сброса загрязняющих веществ в целом по ЗФ сократилась на 4,84 тыс. т, что значительно улучшило экологическую обстановку.

В год Экологии в Российской Федерации, по инициативе ПАО ГМК «Норильский никель» на базе Сибирского федерального Университета в г. Красноярске (предыдущие пять лет конференция проводилась в г. Норильске), совместно с Научно-исследовательским институтом проблем экологии, а также при поддержке ряда общественных организаций, 12–13 октября 2017 г., состоялась Экологическая конференция. Её проведение позволило объединить усилия органов исполнительной и законодательной власти, а также потенциал научных учреждений и общественных экологических организаций, промышленных предприятий из различных городов России.

Начиная с 2010 г., конференция стала площадкой для конструктивного диалога крупных промышленных предприятий, государства и общества. И местом составления оптимальных решений, направленных на обеспечение про-

мышленной и экологической безопасности, обмена опытом между представителями промышленных предприятий, в частности функционирования системы экологической безопасности, охраны окружающей среды и реализации корпоративных экологических программ.

Крупными предприятиями были представлены планы реализации корпоративных программ, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду. Участники Конференции уделили внимание вопросу применения современных методов очистки сточных вод и способов снижения выбросов загрязняющих веществ и безопасного обращения с отходами.

Было отмечено, что в Красноярском крае реализуется комплекс необходимых мероприятий по улучшению качества окружающей среды и снижению

негативного воздействия со стороны промышленных объектов региона. Продолжается реализация Концепции экологической политики региона до 2030 г., осуществляется региональная целевая программа «Снижение негативного воздействия на окружающую среду предприятиями Красноярского края на 2014–2020 годы», действует порядок работы предприятий в период неблагоприятных метеословий в Красноярск.

Дальнейшими этапами реализации проектов ПАО «ГМК «НН» станет проектирование и строительство новых очистных сооружений для минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Какие технические решения будут выбраны для различных производственных подразделений, покажет проведенная технико-экономическая оценка разработанных технологий очистки сточных вод.

1. Долин Л.Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки: справочное пособие. Днепропетровск, 2000. 61 с.

2. Методы снижения концентрации сульфатов в сточных водах горнорудных предприятий / В.А. Маслобоев, В.Е. Вигдергауз, Д.В. Макаров, А.В. Светлов, Д.А. Некипелов, С.Г. Селезнев // Вестник Кольского научного центра РАН 1/2017(9). С. 99–115.

3. Штриплинг Л.О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: учеб. пособие. Омск: ОмГТУ, 2005. 192 с.

4. Dean Y.C., Bosgui F.L., Lanolette K.H. Removing heavy metals from waste water // *Envir. Sci. Technol.* 1972. V. 6. №6. P. 518–522.

5. Ветошкин А.Г. Основы инженерной защиты окружающей среды: учеб. пособие. 2-е изд. М.: Инфра-Инженерия, 2016. 456 с.

6. Халтурина Т.И. Очистка сточных вод промышленных предприятий: учебно-метод. пособие. Красноярск: Сибирский Федеральный Университет, 2014. 164 с.

7. Способ очистки сульфатсодержащих сточных вод: пат.13380078 / Я.В. Самойлова,

Ю.К. Шамраева, Л.Д. Павлухина, В.М. Юркова, Е.М. Павлова. Опубликовано 15.08.1985. Бюл. №30.

8. Howell R.J. A review of sulphate removal options for mine waters. In: Jarvis A.P., Dudgeon B.A. & Younger, P.L. (eds): *mine water 2004 – Proceedings International Mine Water Association Symposium 2*. p. 75–91, 6 fig., 7 tab.; Newcastle upon Tyne (University of Newcastle).

9. Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов: пат. 2559489 Рос. Федерация / В.П. Гришин, О.В. Макаров, С.Г. Некряченко. Опубликовано 10.08.2015. Бюл. №22.

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

11. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 704 с.

12. Thien-Khanh Tran. Electrochemical treatment of wastewater: Selectivity of the heavy metals removal process / *International Journal of Hydrogen Energy*. V. 42, Issue 45. 9 November, 2017. P. 27741–27748.

13. Ветошкин А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства

и потребления: учеб. пособие. 2-е изд. СПб: Лань, 2016. 303 с.

14 Rajasulochana P., Preethy V. Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water – A comprehensive review Resource-saving technologies. V. 2. Issue 4, December, 2016. P. 175–184.

15. [Электронный ресурс]. Режим доступа: line.info/society/ekologiya/item/71628-ecologicheskaya-konferenciya

16. [Электронный ресурс]. Режим доступа: Norilsk.bezformata.ru/listnews/ekologicheskaya-konferenciya-nornikelya

УДК 669.334(571.511)

Е.В. Салимжанова¹, А.Ф. Петров¹,
О.В. Носова², А.Е. Говорова²

¹ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель»

²ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ МЕДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА В ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НАДЕЖДИНСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА ЗФ ПАО «ГМК «НОРИЛЬСКИЙ НИКЕЛЬ» НА ОПЕРАЦИИ АВТОКЛАВНОГО ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ПИРРОТИНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

В работе определена принципиальная возможность утилизации отсеченного на регенерацию медного электролита Медного завода в гидрометаллургической схеме переработки пирротинсодержащего сырья Надеждинского металлургического завода на операции автоклавного окислительного выщелачивания.

Ключевые слова: отсеченный медный электролит, автоклавное выщелачивание, утилизация, высококонцентрированные растворы.

В процессе электролитического рафинирования анодной меди требуется поддержание состава электролита в рекомендуемом интервале концентраций его компонентов, при этом часть электролита периодически отсекается из циркуляционной системы электролизных серий. Поддержание оптимального его состава позволяет обеспечить минимальную вязкость и максимальную электропроводность, минимизировать попадание примесных компонентов в катодную медь.

Отработанный электролит представляет собой высококонцентрированный серноокислый медно-никелевый раствор,

содержание основных компонентов в котором составляет в среднем: Cu ~60 г/дм³; H₂SO₄ ~160 г/дм³; Ni ~23 г/дм³. До 2016 г. отсеченный электролит после обезмеживания перерабатывали с получением никелевого купороса и «маточного раствора». На Никелевом заводе этот раствор использовали в качестве источника серной кислоты, а сульфат никеля – для восполнения дефицита водорастворимого никеля. После закрытия завода и прекращения функционирования передела получения никелевого купороса на МЗ встал вопрос утилизации отсеченного электролита.

Рециклинг отработанных растворов металлургического производства в современной экономике имеет приоритетное значение. Переработка высококонцентрированных растворов, содержащих цветные металлы и серную кислоту, имеет ряд особенностей [1–4]. В связи с этим было рассмотрено несколько возможных вариантов повторного использования медного электролита (МЭ). Один из рассмотренных вариантов представлял из себя двухстадийную нейтрализацию отработанного электролита (ОЭ) извещью с получением гипсогидратов меди и никеля [5]. Для реализации данной схемы необходимо строительство отдельного цеха, что повлекло бы за собой большие материальные затраты.

В настоящей работе представлена проработка одного из вариантов утилизации МЭ в гидрометаллургическом производстве (ГМП) Надеждинского металлургического завода ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» на операции автоклавного окислительного выщелачивания пирротинсодержащего сырья НМЗ. Действующая технологическая схема гидрометаллургического производства Надеждинского металлургического завода представлена на рисунке.

Головной операцией схемы является автоклавное окислительное выщелачивание сульфидов под давлением кислого рода, которое определяет эффективность всей технологической цепочки. Режим работы АОВ, основанный на высокотемпературном выщелачивании пирротинового сырья, разработан в результате ряда исследований [6–8].

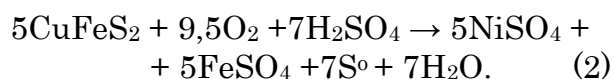
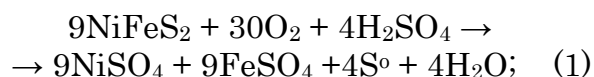
Утилизация электролита ЦЭМ путем вовлечения его взамен серной кислоты

для интенсификации процесса окисления пирротина возможна в связи с наличием в нем высокой концентрации серной кислоты.

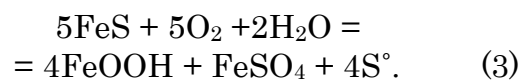
Целью данной работы являлось установление принципиальной возможности утилизации медного электролита в действующей схеме ГМП НМЗ. Для решения поставленной задачи были проведены лабораторные испытания с использованием на операции АОВ электролита, по результатам которых определена возможность достижения технологических показателей процесса: извлечение цветных металлов в жидкую фазу; переход общей серы в элементную.

Главное внимание в работе было уделено основной операции – автоклавному выщелачиванию. Гарантацией штатного протекания последующих операций является получение кондиционных продуктов на этом переделе.

При протекании АОВ пирротин и другие сульфидные минералы окисляются с переходом Ni, Co, Cu в раствор согласно суммарным уравнениям реакций:



Окисление пирротина



Окисление сульфидной серы до элементарной позволяет в последующих операциях выделить S⁰ в товарный продукт, минуя пирометаллургические переделы.

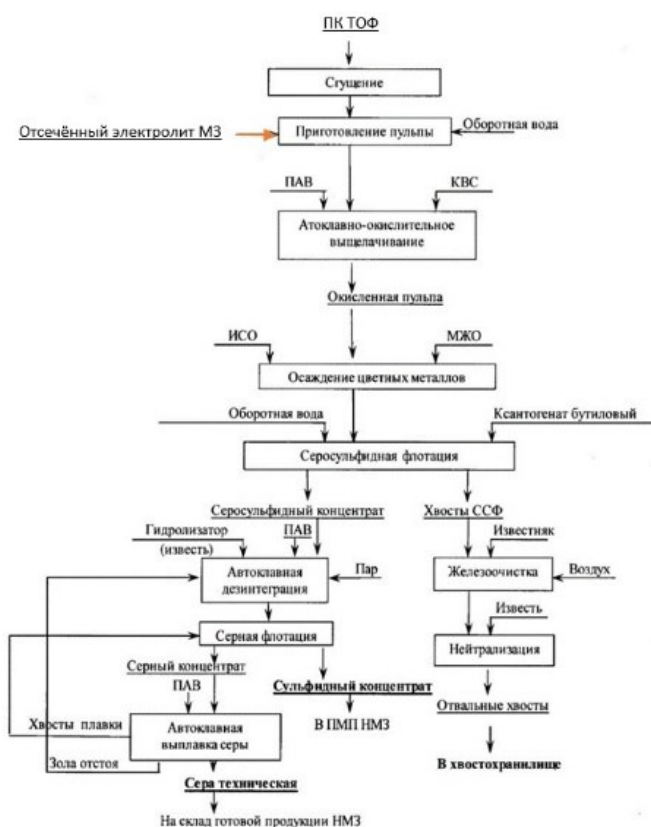
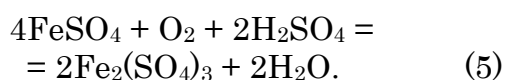
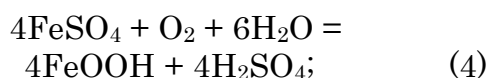


Рис. 1. Действующая технологическая схема гидрометаллургического производства НМЗ

Также идет окисление и гидролиз сульфата железа:



В последнее время после перехода Талнахской обогатительной фабрики (ТОФ) на новую технологию обогащения руды в переработку поступают металлосодержащие продукты ТОФ, значительно отличающиеся по содержанию

серы от ранее получаемого пирротинового концентрата (табл. 1), для переработки которого была разработана технология. В связи с чем на операции АОВ, являющегося автогенным процессом, при выщелачивании низкосернистых материалов возникает дефицит тепла, снижается интенсивность протекания реакций окисления, вплоть до полного затухания процесса выщелачивания. В данном случае добавление серной кислоты, участвующей в процессах окисления сульфидов, способствует интенсификации процесса выщелачивания.

Таблица 1

Характеристика исходных металлосодержащих продуктов

Продукт	Содержание, %				
	Ni	Cu	Co	Fe	S _{общ}
Пирротинный концентрат ТОФ	1,3–2,0	0,1–1,0	0,06–0,10	45–48	25,0–32,0
Металлосодержащий продукт ТОФ	0,9–1,6	0,1–0,8	0,04–0,06	35,0–41,0	21,6–24,0

В связи с вышеизложенным были проведены лабораторные испытания, моделирующие условия операции АОВ, в ходе которых были использован металлосодержащий продукт Талнахской обогатительной фабрики текущего производства и отработанный электролит ЦЭМ.

Удельный расход отсеченного электролита в опытах в пересчете на серную кислоту варьировали в диапазоне от 0 до 2,1%. Верхний предел расхода ОЭ ЦЭМ соответствовал его максимально возможному объему, отсекаемому на МЗ с учетом производительности гидрометаллургического производства НМЗ по исходному сырью.

В ходе исследований была смоделирована операция АОВ, исследования проводили в лабораторном автоклаве фирмы «Parr» объемом 1,0 дм³; условия опытов моделировали операцию АОВ НМЗ:

- рабочая температура – 150 °С;
- парциальное давление кислорода – 1,2 МПа;
- скорость перемешивания – 1300 мин⁻¹;

– удельный расход ПАВ – лигносульфонат технический (ЛСТ) – 10 кг/т твердого питания АОВ.

За начало эксперимента принимали момент «зажигания» процесса, определяемого по температурному скачку в автоклаве до рабочей температуры, опыт вели в течение 90 мин.; ЛСТ в виде 20%-ного раствора подавали через монжус порционно: 60% – в исходную пульпу и 40% – через 30 мин. после начала эксперимента.

По окончании эксперимента определяли физико-химические характеристики жидкой и твердой фаз пульпы после выщелачивания, рассчитывали показатели процесса. Полученные результаты представлены в табл. 2. Установлено достижение регламентированных технологических показателей по извлечению в раствор цветных металлов; переходу серы в элементную при всех опробованных расходах электролита. При этом определена возможность переработки на операции всего объема образующегося электролита, что соответствует расходу H₂SO₄ 1,9% от ТФ.

Таблица 2

Результаты лабораторных исследований по автоклавному окислительному выщелачиванию пирротинсодержащего сырья

Расход H ₂ SO ₄ , % от ТФ	Извлечение в раствор, %			Переход серы общей в серу элементную, %
0 (контрольный опыт)	Cu	Ni	Co	«Зажигание» процесса отсутствовало
1,4	71,0	87,8	52,9	74,2
1,6	71,6	88,7	51,3	76,0
1,9	71,0	90,0	53,3	80,1
2,1	70,5	90,1	52,9	80,0
<i>Регламентируемые промышленные показатели</i>	50–60	75–80	70–75	70–75

Значения рН жидкой фазы окисленной пульпы в опытах при расходах кислоты в диапазоне с 1,4 по 1,9% имели близкие значения (в пределах 1,2–1,3

ед. при норме от 1,0 до 1,5), что свидетельствует о полной утилизации серной кислоты на операции; при расходе 2,1% величина рН < 1.

Качество полученных продуктов позволяет реализовать последующие операции технологического процесса без нарушений в штатном режиме. За счёт дополнительного поступления цветных металлов с электролитом ЦЭМ на последующей операции осаждения цветных металлов из раствора пульпы после выщелачивания возрастет расход металлизированных железных окатышей, применяемых в качестве осадителя ЦМ в ГМП НМЗ.

В результате реализации такой схемы получают обогащённый в 4–5 раз по цветным металлам автоклавный сульфидный концентрат, который может быть переработан в ПМП НМЗ; основная часть суль-

фидной серы переходит в серу техническую, а минералы железа и пустой породы – в отвальные хвосты.

Таким образом, в результате лабораторных исследований установлена принципиальная возможность переработки всего объема образующегося обезмеженного электролита цеха электролиза меди на операции автоклавного окислительного выщелачивания с получением продуктов регламентированного качества.

При этом максимальные показатели извлечения металлов в раствор составили: никеля ~90%; меди ~71%; кобальта ~53%, переход серы в элементную ~76–80%, что соответствует регламентируемым значениям.

1. Даценко В.В., Хоботова Э.Б. Экологический подход к решению проблемы утилизации отходом гальванических производств // ЭКиП: Экология и промышленность России. 2013. №2. С. 10–13.

2. Ионобменные технологии в переработке отходов цветной и черной металлургии / М.Л. Черный, А.Е. Макшин, А.М. Пастухов, Е.В. Кириллов, А.М. Буньков // Цветные металлы. Красноярск, 2012. С. 152–157.

3. Ибраев И.К., Ибраева О.Т., Суюнди-ков М.М. *Recikling chromium-bearing wastes* // metallurgist. Vol. 56. Nos. 9–10, February, 2013, Shringer Science + Business Medio New York. Pp. 727–730.

4. Utilization of the waste prost of the copper industry of application of post-refinement electrolites. Nowakowski J., Bukiej W (Univ of Mining and Metallurgy) Met. And Foundry Eng. 2002. №1. Pp. 65–71.

5. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов / С.С. Набойченко, Л.П. Ни,

Я.М. Шнеерсон, Л.В. Чугаев. Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2002. 940 с.

6. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов: учеб. пособие для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Интермет Инжиниринг, 2003. 464 с.

7. Двухстадийная нейтрализация медно-никелевых сернокислых растворов Медного завода / Р.Р. Садыков, Е.В. Шульга, А.Ф. Петров, С.Б. Котухов // Цветные металлы. 2015. №6. С. 54–59.

8. Воронов А.Б., Ладыго А.С. Развитие и совершенствование горно-металлургического производства на предприятиях Норильского промышленного района. Красноярск: Красноярский политехн. инст., 1977. С. 127–131.

9. Шнеерсон Я.М., Онацкая А.А. Краснов А.Л. Применение поверхностно-активных веществ при автоклавном выщелачивании пирротиновых концентратов // Цветные металлы. 1982. №9. С. 26–30.

УДК 622.272(571.511)

З.Г. Уфатова

ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАМЕРНОЙ ВЫЕМКИ С ЗАКЛАДКОЙ ДЛЯ ПОДРАБОТАННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ РУДНИКОВ НОРИЛЬСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

Для предприятий ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» разработана методика по увеличению параметров камер, при помощи которой определена целесообразность параметров увеличения камер, затрат на поддержание больших пролетов обнажений и вторичное дробление руды.

Ключевые слова: руда, камерная система разработки, опытно-промышленные испытания, производительность труда.

На предприятиях ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» (Компании) отмечается стойкая тенденция увеличения доли камерных систем разработки в общем объеме добычи.

При выемке подработанных рудных массивов горные работы, как правило, ведутся в разгруженной зоне [1]. При этом главной особенностью оседания руд и пород является плавный характер деформирования массива, которое происходит без разрыва его сплошности. Исключение составляют зоны активных проявлений тектонической нарушенно-

сти массива, где могут наблюдаться повторные осадки структурных блоков. Поэтому при выборе рационального порядка и последовательности ведения горных работ и в расчетах устойчивости горных конструкций следует учитывать возможную перспективу увеличения параметров очистных камер без снижения безопасности горных работ.

В 2007–2009 гг. на руднике «Октябрьский» были проведены опытно-промышленно испытания (ОПИ) трех камер с увеличенными параметрами (шириной до 16 м, высотой до 40 м (рис. 1).

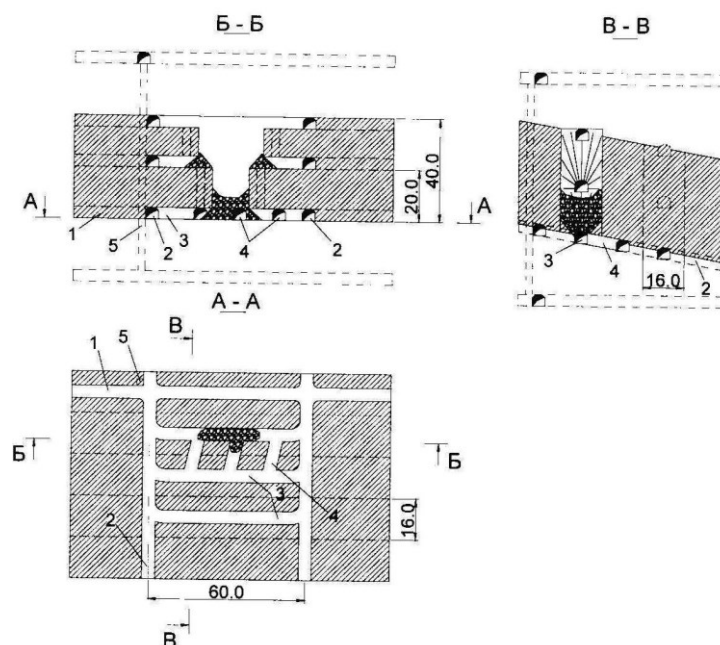


Рис. 1. Камерная система разработки с увеличенными параметрами: 1 – транспортный штрек; 2 – доставочный орт; 3 – буро-доставочный штрек; 4 – погрузочные заезды; 5 – рудопуск

По завершении ОПИ получены следующие выводы:

- принятые к испытаниям параметры опытных камер находились в пределах допуска;
- отклонения по ширине и высоте камер, превышающие допустимые нормы, зафиксированы не были;
- участки с увеличенными параметрами камер в целом соответствовали требованиям для скважинной отбойки и находились в допустимых пределах, установленных РТПП–051–2005 [4].

Применяемая методика расчета на рудниках НПР не позволяет учесть все факторы, необходимые для дополнительных затрат. В связи с этим произвели изменения и дополнения, введен дополнительный коэффициент $K_{двн}$ (коэффициент дополнительного выхода негабарита), учитывающий дополнительные затраты на дробление негабаритов при увеличении параметров камер при всех схемах отбойки

Значение этого коэффициента колеблется в пределах от 1 до 2. Программа успешно разработана и с ее использованием выполнены расчеты ТЭП по камерной системе разработки.

Внедрение камерных систем разработки с увеличенными параметрами камер приводит к увеличению производительности труда. В сравнении с базовым вариантом при ширине камеры 16 м производительность труда увеличивается на 22%, себестоимость добычи снижается на 4% (рис. 2).

Учитывая результаты расчетов и положительные результаты ОПИ, предложено провести дополнительные испытания камерной системы разработки с другими параметрами – высота очистного пространства 45 м, ширина – 24 м, что позволит снизить коэффициент подгото-

вительных работ и увеличить интенсивность отработки медистых руд. Данное техническое решение было рассмотрено специалистами ОАО ВНИМИ, выполнены необходимые инженерные расчеты устойчивости обнажений камер, был получен положительный результат проведенных испытаний.

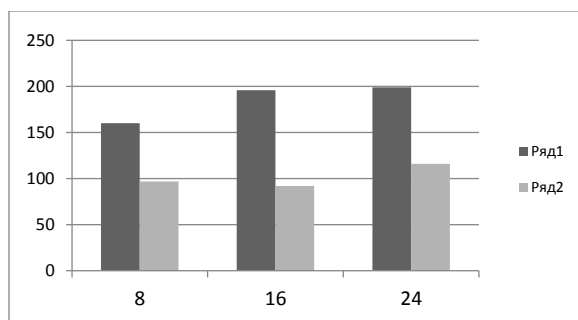


Рис. 2. Влияние ширины камеры B на основные показатели камерной системы разработки: ряд 1 – годовая производительность фланга панели, тыс. т/год; ряд 2 – себестоимость 1 т руды, руб./т

Произведя изменение параметров очистных выработок, способы подготовки оставили без изменений. Принципиальная схема отработки на примере камер с шириной 24 м представлена на рис. 3 и 4.

Технология очистных работ заключается в следующем. Камера разбивается на два подэтажа. Отрезная щель формируется буровзрывным способом, секционным взрыванием вертикальных скважин. Вторым подэтаж отбивается относительно первого с опережением не менее 5 м. Бурение и отбойку верхнего подэтажа производят из бурового штрека параллельными рядами восходящих веерных скважин, нижнего подэтажа – из разрезного штрека. Количество рядов рассчитывается только на проведение одного взрыва. Из камеры отгрузка отбитой горной массы производится только на длину ковша, в ручном режиме.

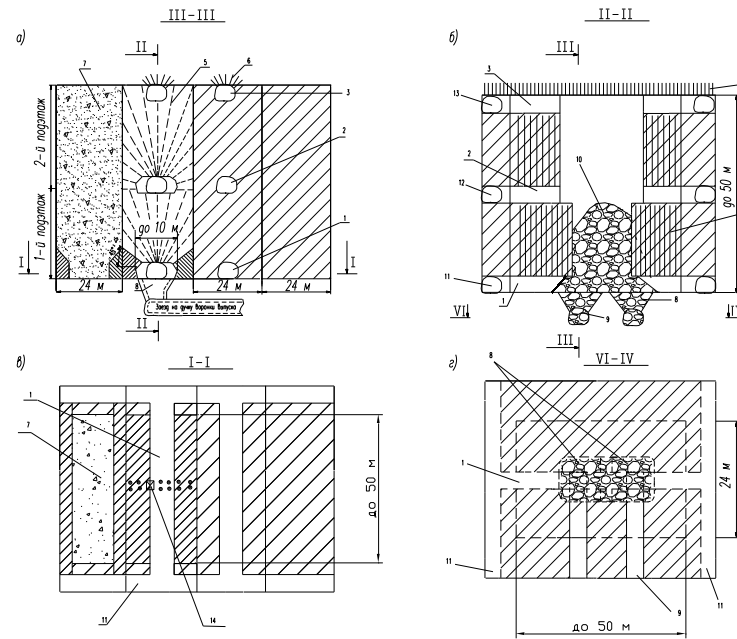


Рис. 3. Вариант камерной системы разработки с отгрузкой через две воронки выпуска в днище:
1, 2, 3 – разрезной, буровой и вентиляционный штреки; 5 – веера восходящих скважин;
6 – железобетонные штанги; 7 – заложённая камера; 8 – воронка выпуска; 9 – заезд на дучку
воронки выпуска; 10 – отбитая руда; 11, 12, 13 – разведочный, слоевой и вентиляционный орты;
14 – отрезной восходящий

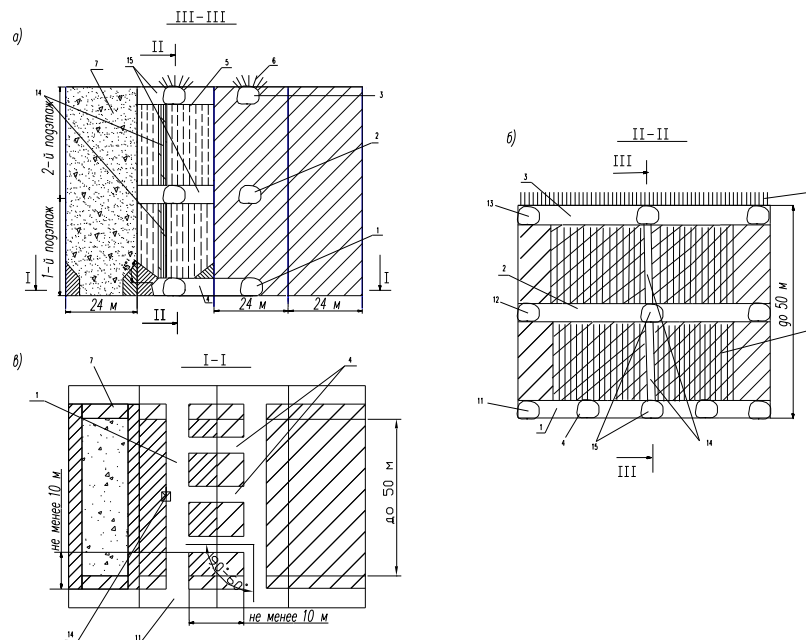


Рис. 4. Вариант камерной системы разработки с отгрузкой через погрузочные заезды:
1–3 – разрезной, буровой и вентиляционный штреки; 4 – погрузочный заезд; 5 – веера восходящих скважин;
6 – ЖБШ; 7 – заложённая камера; 10 – отбитая руда; 11–13 – разведочный, слоевой и вентиляционный орты;
14 – отрезной восходящий; 15 – техническая ниша

Отгрузка остальной руды и зачистка днища камер производятся без людского присутствия в очистное пространство дистанционным методом управления.

Комплекс подготовительных работ включает проведение транспортных

штреков и доставочных ортов. На границах выемочного участка проходятся рудоспуски и вентиляционно-ходовые восстающие. К нарезным выработкам относятся буро-доставочные и подэтажные буровые штреки, погрузочные заезды и

отрезные восстающие. Очистная выемка включает в себя отбойку запасов камер, доставку отбитой руды и закладку выработанного пространства. Отбойка камерных запасов осуществляется вертикальными слоями комплектами скважин, пробуренных из буро-доставочных и подэтажных буровых штреков.

Погрузка и доставка руды в пределах панели осуществляется погрузо-доставочными машинами через торцы буро-доставочных ортов и погрузочных заездов с последующей разгрузкой в рудоспуски. По окончании отработки камеры производят ее закладку через скважины. После набора закладкой необходимой прочности приступают к отработке смежной камеры. Развитие работ при камерной системе разработки осуществляется сплошным или ступенчатым фронтом с опережением выемки одной камеры относительно другой.

Согласно расчетам, в сравнении с базовым вариантом, при ширине камеры 24 м производительность труда увеличивается на 24% (см. рис. 2), а себестоимость добычи за счет роста затрат на вторичное дробление и крепление очистных забоев увеличивается на 22%.

В связи с этим увеличение параметров камер приемлемо только до опреде-

ленных параметров, превышение которых ведет к увеличению следующих затрат:

- поддержание больших пролетов обнажений;
- при выходе негабарита, вторичное дробление;
- на крепление.

Эти параметры возможно определить только при проведении промышленных испытаний.

Вывод. Разработанная методика расчета для вариантов камерной системы разработки с параметрами, ширина камер 8, 16 и 24 м и высота 45 м со сплошным и камерно-целиковым порядком отработки запасов показало, что увеличение ширины камер с 8 до 16 м приводит к росту производительности труда на 22%, а увеличение ширины камер с 8 до 24 м – на 22%. Позволила определить, что при увеличении параметров камер ведет к увеличению негабаритов, значительных расходов на крепление и увеличению себестоимости руды в целом на 22%.

Расчеты показали, что увеличение параметров камер нецелесообразно свыше определенных пределов.

1. Айнбиндер И.И. Основные принципы формирования техногенной геосреды при разработке месторождений стратегических видов минерального сырья на больших глубинах // Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды. Т. II. Гео-технология. Новосибирск: Изд. ИГД СО РАН, 2010.

2. Развитие интенсивных методов добычи руд на больших глубинах / Н.Ф. Замесов, И.И. Айнбиндер, Л.И. Бурцев, Ю.И. Родионов [и др.]. М.: ИПКОН АН СССР, 1990.

3. Современное состояние, проблемы и стратегия развития горного производства на рудниках Норильска / В.Н. Опарин, А.П. Тапсицев, М.Н. Богданов, Б.П. Бадтиев [и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2008. 371 с.

4. РТПП-051-2005. Регламент технологических производственных процессов по применению камерной системы разработки с закладкой выработанного пространства и использованием дистанционно управляемого самоходного оборудования при выемке сульфидных руд на Талнахских рудниках ЗФ ОАО «ГМК «Норильский никель». Норильск, 2006.

5. Методика расчета технико-экономических показателей по системам разработки для рудников «Октябрьский», «Таймырский» и «Комсомольский». Норильск, 1993.

6. ВНТП 13-2-93. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки. СПб, 1993.

УДК 553.2:549(571.511)

Л.К. Мирошникова, Н.В. Семенякина

ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ФОРМЫ ТАЛНАХСКОГО РУДНОГО УЗЛА И ИХ ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ

Рассмотрены структурно-тектонические формы площади Талнахского рудного узла и их роль в пространственном расположении рудных месторождений. Магмоконтролирующие и магмолокализирующие структурные формы имеют индивидуальное выражение в геохимическом поле Талнахского рудного узла.

Ключевые слова: Талнахский рудный узел, Норильско-Хараелахский разлом, Хараелахская мульда, пликативные и разрывные структуры, рудоносный интрузив.

Актуальность научной и практической проблемы – обоснование стратегии поисков сульфидных медно-никелевых платиносодержащих руд в Норильском районе на основе выявленных разноранговых геолого-геохимических структурно-тектонических предпосылок и признаков локализации рудоносных интрузий в рудно-магматической системе Талнахского рудного узла (ТРМС), а также структурного анализа пространственных взаимоотношений аномалий (Sr, Ba, Mo, Zr, Y, Be), определяющих геохимическую зональность месторождений и рудного узла.

Методы исследования: сопоставление форм структурно-тектонического плана площади Талнахского рудного узла, отстроенного по данным геологоразведочных работ с зональностью геохимического поля.

Объектом исследования являются геолого-геохимические предпосылки и признаки локализации медно-никелевого с платиноидами оруденения рудно-магматической системы Талнахского рудного узла.

Предметом исследования является структурно-геохимическое моделирование структуры геохимического поля ТРМС в поисковых целях, с применением информационных технологий прикладного программного продукта «ГЕОСКАН».

Целью данной работы является определение геохимических маркеров структурно-тектонических элементов, контролирующих распространение рудоносных интрузивов и вмещающих их.

Аналитические работы. Геохимическая изученность района равномерна, соответствует масштабу 1:25000 и достигает глубин 2000–3000 м. Выделение первичных ореолов производилось путем литохимического опробования керн скважин в соответствии с «Инструкцией по геохимическим методам поисков рудных месторождений ... 1983 г.». Опробования керн буровых скважин осуществлялось методом пунктирной борозды, т.е. путем точечной отбойки сколков керн размером 3–4 см на одинаковом расстоянии друг от друга. Интервал опробования в среднем составил 5 м. При этом все разновидности пород и их измененные вторичными процессами разности опробовались отдельно. Материалом, необходимым для проведения работ, являлись литохимические пробы сухие, истертые до 200 меш (0,074 мкм) весом 25–50 г.

Обработка и анализ проб производилось в комплексной химической лаборатории НКГРЭ в полном соответствии с требованиями инструкции по геохимическим методам поисков. Основная масса проб анализировалась эмиссионным методом в лаборатории Норильской ком-

плексной геологоразведочной экспедиции. Каждая из 31 000 литохимических проб анализировалась на 22 элемента: Cu, Ni, Co, Cr, Pb, Zn, Ag, Mo, Zr, Ti, V, Y, Yb, Ba, Sr, Mn, P, Sc, Ga, Sn, La, Li.

Анализ проводился методом приближенно-количественного спектрального анализа (ПКСА) способом просыпки-вдувания для геохимических проб, приближенно-количественным спектральным способом испарения из канала электрода для рудных проб. Для ПКСА способом просыпки-вдувания применялся спектрограф СТЭ–1 и п/а штатива УСА–6, для ПКСА способом испарения из канала электролиза – спектрограф СТЭ–1, укомплектованный МАЭС (многоканальный анализатор эмиссионных спектров).

Моделирование полиэлементной структуры геохимических полей геологических образований Талнахского рудного узла. Обработка геохимических данных производилась с применением пакета программ автоматизированной системы «ГЕОСКАН», позволяющей моделировать полиэлементную структуру геохимического поля в поисковых целях [1]. По результатам обработки геохимических данных была составлена совмещенная карта фоновых и аномальных областей. В основе построения карт лежат следующие теоретические представления.

Геохимическое поле – часть земного пространства, характеризуемого количественными содержаниями химических элементов или их соединений, как функции пространственных координат и времени [2].

Элементами структуры геохимического поля являются ореолы различных геохимических типов, состоящие из полей фоновых и аномальных значений, а также повышенных концентраций элементов, связанных с развитием рассеянной рудной минерализации.

Геохимический тип (ГХТ) является центром классов схожих геохимических ассоциаций, связанных с определенным типом пород, фаций оруденения или

иными ореольными продуктами рудообразующего процесса. Границы ГХТ достаточно удовлетворительно совпадают с границами конкретных геологических образований.

Геохимическая ассоциация (ГХА) – ранжированный ряд элементов со значениями концентраций, отличных от минимальных нормирующих (например, средние содержания в породе) в соотношениях, характерных для «межпородных» различий. Внутренняя неоднородность ранжированного ряда геохимической ассоциации обусловлена выделением трех областей, условно названных «зонами»: «зона привноса» ($Kk \geq 1,25$) химических элементов, «зона выноса» ($Kk \leq 0,75$) и «индифферентная зона» ($0,75 < Kk \leq 1,25$).

Коэффициент концентрации (Kk) определяется как отношение содержания элемента (C_i) данного химического элемента в пробах горных породах и руд к его «минимальному вектору» (фоновому содержанию). За фоновые содержания принимаются средние содержания элементов в неизмененных породах.

Геохимический фон ($0,5 < Kk < 1,25$) – область пространства, каждой точке которого соответствуют одновременно низкие и взаимонезависимые концентрации химических элементов.

Аномалия ($Kk > 3,0$) – элемент пространственной структуры ГХП, который характеризуется согласованным (координированным) поведением ряда элементов при одновременном возрастании их концентраций.

Зона рассеянной минерализации (ЗРМ) $1,5 < Kk < 3,0$ – область, для которой характерно пространственно несогласованное возрастание концентраций отдельных микроэлементов, связанное с развитием рассеянной рудной минерализации, а сами эти области часто оказываются сопряженными с аномалиями.

Анализ зональной структуры ГХП позволил установить приуроченность геохимических аномалий к структурным формам площади Талнахского рудного узла (ТРУ).

Структурно-тектонические условия Норильской металлогенической провинции. Норильская металлогеническая провинция находится на стыке молодой Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы в зоне ее краевых структур. К структуре первого порядка на северо-западе Сибирской платформы относится Тунгусская синеклиза, северо-западная окраина которой располагается вдоль юго-восточной границы Норильского района (НР). Енисей-Хатангский прогиб, в пределах которого расположен НР, является структурой второго порядка. В прогибе выделяются структуры третьего порядка – это Норильская (НВ) и Хараелахская (ХВ) впадины и разделяющее их куполовидное Пясинское поднятие.

Каждая из двух впадин содержит по две мульды: первая – Норильскую и Вологодчанскую и вторая – Хараелахскую и Иконскую, которые относятся к структурам четвертого порядка. Кайеркан-Пясинская поднятие, разделяющее Норильскую и Хараелахскую впадину, также относится к структурам четвертого порядка.

Следующим признаком поискового значения нахождения месторождений Норильской провинции и проявления сульфидных медно-никелевых руд является их приуроченность к краевым зонам сопряжения синклинальных (мульды) и антиклинальных структур (поднятий) (рис. 1) [5].

По определению Никулина И.И. и Радько В.А., пространственное взаимоотношения осей сопряженных структур также имеет поисковое значение. Так, все известные месторождения Норильской провинции расположены в области, где ось сопряженного поднятия (антиклинали) имеет поперечную ориентировку относительно оси мульды.



Рис. 1. Структурная схема (составлена В.Н. Михайловым по материалам ГДП-200 (Струнин, 1980, 1987))

Отличие структурно-тектонического плана мелких, непромышленных месторождений и многочисленных рудопроявлений заключается в том, что в области сопряжения бортов мульды, с крыльями поднятий, оси последних ориентированы параллельно осям мульды.

Данные структуры обычно пересекаются зонами разломов глубокого заложения, контролирующими рудоносные интрузии.

Структурно-тектонические условия Талнахского рудного узла. Талнахский рудный узел располагается в центральной части Норильско-Хараелахского прогиба в зоне сочленения юго-западной части Хараелахской мульды и Кайеркан-Пясинской антиклинали (Пясин-

ское поднятие), ось которой имеет поперечную ориентировку относительно оси Хараелахской мульды.

Согласно предложенной Радько В.А. гипотезе, борта Пясинского поднятия представляют собой магмоактивную зону, то есть вулканоструктуру с рассеянной и смещенной в сторону центров окружающих мульд корневой системой, представленной множеством коротких вертикальных даек долеритов, типичных для ареального магматизма [5].

К Пясинскому куполовидному поднятию по радиалам сходятся фронтальные части Норильск–1, Зубовской, Вологодчанской, Хараелахской и Талнахской интрузий. Роль вулканотектонических депрессий выполняют Норильская и Хараелахская мульды, размеры которых весьма близки и в среднем составляют 100 км в поперечнике.

Хараелахская мульда (брахисинклиналь) располагается в поле образований верхнего структурного яруса. Для бортов мульды характерно центриклинальное падение пород. Осевая зона мульды контролируется Норильско-Хараелахским (НХР) и Фокинско-Тангаралахским (ФТР) разломами.

Фокинско-Тангаралахский разлом (ФТР) северо-восточного простирания образует северо-западный борт в наиболее прогнутой центральной части Хараелахской мульды. В приразломной части данного регионального разрыва фиксируется узкая синклиналь, ось которой ориентирована согласно шву разлома (рис. 2).

В зоне развития Фокинско-Тангаралахского разлома отмечается дотунгусская флексурная складка. Активность данной структуры установлена с конца вендско-палеозойского цикла. Очевидно разрыв развивался по крутому борту флексуры и является флексуро-сбросом. ФТР контролирует расположение потенциально рудоносной Тангаралахской интрузии.

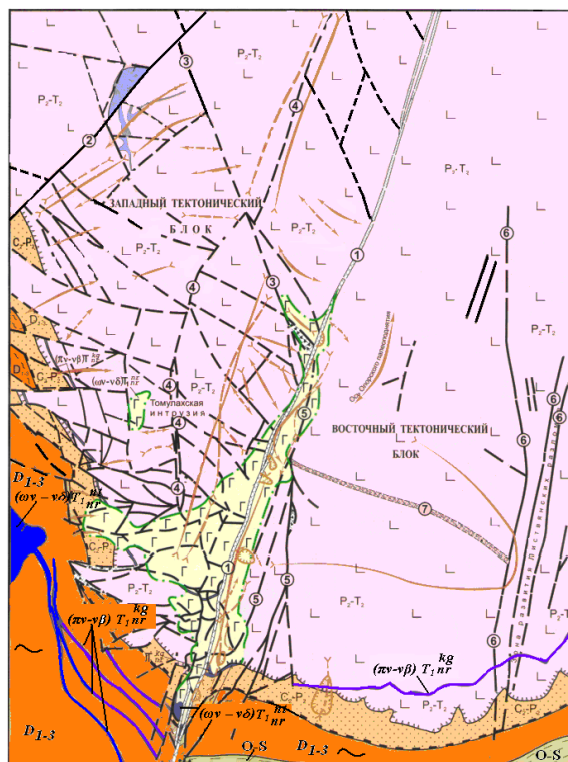


Рис. 2. Геолого-структурная схема Талнахского рудного узла и его флангов (по материалам НКГРЭ, 1983)

НХР трассируется вдоль длинной оси Хараелахской мульды (Талнахская синклиналь) в север-северо-восточном направлении на протяжении сотен километров. Норильско-Хараелахский разлом является магмаконтролирующей структурой, к нему приурочено расположение Октябрьского и Талнахского месторождений. В породах дотунгусского времени разлом проявлен в виде флексуриобразной складки, заложение которой происходило очевидно в докембрийское время. Разрыв формировался по крутому борту флексуры и является флексуро-сбросом. В краевой северо-восточной части Хараелахской мульды НХР сочленяется с Фокинско-Тангаралахским разломом.

Следующей крупной разрывной структурой площади Талнахского рудного узла является Осевая (Дьянгинский) разлом субмеридионального простирания. Разлом прослеживается в 1–3 км западнее оси Хараелахской мульды (район аномальной Томулахской зоны метаморфизма – ТЗМ) и фиксируется только в эффузивных образованиях. Является

границной областью знакопеременных плективных структур северо-восточного направления дотунгусского времени заложения. Вдоль разлома прослеживается Томулахская зона метаморфизма, ограниченная с востока и запада дугообразными разрывными нарушениями, которые совместно с внутримантуровской пологосекущей полосой брекчий образуют тектоническую зону сфероидальной формы. Осовой (Дъангинский) разлом контролирует расположение Томулахской интрузии, отнесенной к Норильско-талнахскому типу.

Геохимическое выражение рудоконтролирующих и рудовмещающих структур. Роль магмоконтролирующих структур площади ТРУ, как отмечалось выше, отводится крупному долгоживущему НХР и ФТР глубокого заложения, являющимися по своей природе флексуросбросами, и Осовому-Дъангинскому. Разломы трассируются вдоль осевых зон синклиналей. НХР контролируют расположение Талнахской и Хараелахской рудоносных интрузий, с которыми связаны Талнахское и Октябрьское месторождения. Внедрение Томулахского дифференцированного интрузива производилось по ослабленной зоне Осового разлома, совпадающей с пологой синклинальной структурой, имеющей северо-восточное простирание и прослеживающейся в верхне-палеозойских отложениях. ФТР, недостаточно изученный, контролирует расположение потенциально рудоносной Тангаралахской интрузии.

В геохимических полях разломы — магмоконтролирующие структуры, а также опережающие их разрывы более низкого уровня картируются прямолинейными геохимическими ореолами, простирание которых совпадает с простиранием разрывных структур и наблюдаются во всех изученных горизонтах осадочной толщи платформенного чехла (нижний девон — нижняя пермь).

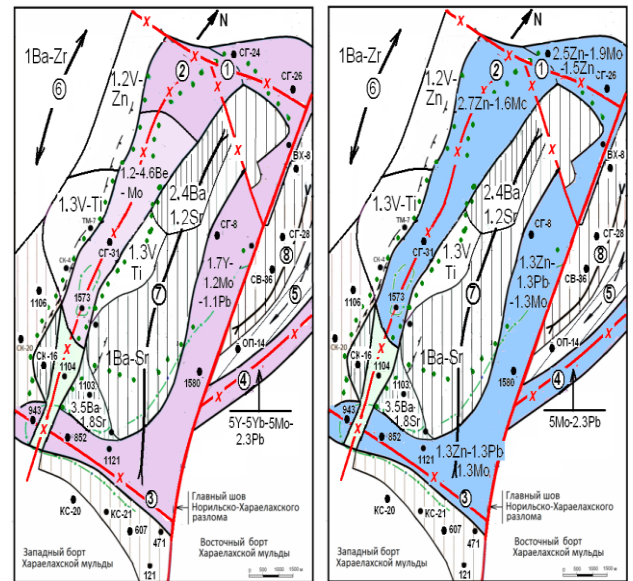


Рис. 3. Аномалии зон разломов (по материалам «Норильскгеология» с изменениями)

Состав геохимических ассоциаций ореолов определяется составом пород зон тектонических швов разломов, выполненных метасоматическими брекчиями, в которых обломки сложены карбонатизированными апобазальтовыми, аподолеритовыми, апопесчаниковыми кварц-полевошпатовыми и существенно полевошпатовыми метасоматитами, сцементированными кальцитом, включающим кристаллы кварца и вкрапленность пирита, халькопирита, галенита и сфалерита. Породы в значительной мере скарнированы (преобладают кальцит-скаполитовые и альбит-скаполитовые скарны, итриеносные альбиты) [6].

Итриеносные альбиты, сопряженные по времени с формированием катаклазитов и миллонитов в зонах разломов, и грейзениты фиксируются аномалиями Y, Yb, Mo и Be.

Полиметаллическая минерализация представлена галенитом, пиритом и сфалеритом в ассоциации с кальцитом и другими низкотемпературными минералами, маркируется аномалиями Zn-Pb-Mo или Zn-Co-Ti-Mo, в зонах «выноса» геохимических ассоциаций которых находятся Cu и Ni.

Магмовмещающие структуры. Как было отмечено выше, внешними структурными ограничениями рудных узлов являются поднятые крылья предтунгусских флексур и осевые линии антиклиналей, поперечные к простиранию зон глубинных разломов [3].

Магмовмещающими структурами или «структурными ловушками» являются отрицательные структуры – синклинали и приразломные флексурные складки. Эти пикативные формы в пределах западного борта Норильско-Хараелахского разлома фиксируются в отложениях нижнего-верхнего девона по почве курейской или мантуровской свит, а в пределах восточного тектонического блока – в предтунгусском эрозионном срезе.

Направления осевых линий интрузивных тел и синклиналей совпадают. Хараелахский интрузив, расположенный в западном борту Норильско-Хараелахского разлома, локализуется в сульфатно-карбонатных и терригенных отложениях среднего-нижнего девона флексуры, ориентированной по нормали к разлому. Ось имеет поперечную ориентировку относительно оси мульды и параллельную оси Кайеркан-Пясинского поднятия.

Рудоносный Талнахский интрузив расположен в восточном борту Норильско-Хараелахского разлома в приразломной Талнахской синклинали среднедевонского заложения, осевая линия которой прослеживается вдоль разлома. Интрузив локализован в толще алюмосиликатных терригенных отложений тунгусской серии (C_2-P_2), которые с размывом залегают на отложениях среднего девона (мантуровская свита D_2mt).

Внедрение Томулахской ветви дифференцированного интрузива норильско-талнахского типа производилось по ослабленной зоне, совпадающей с пологой синклиальной структурой, имеющей северо-восточное простирание и прослеживающейся в верхнепалеозойских отложениях.

«Структурные ловушки», сложенные эвапоритовыми отложениями девона, содержащих в своем нормальном залегании пласты ангидрита и высококальциевые породы контактовых ореолов интрузивов, в геохимических полях картируются различной контрастности аномалиями стронция (рис. 4–6).

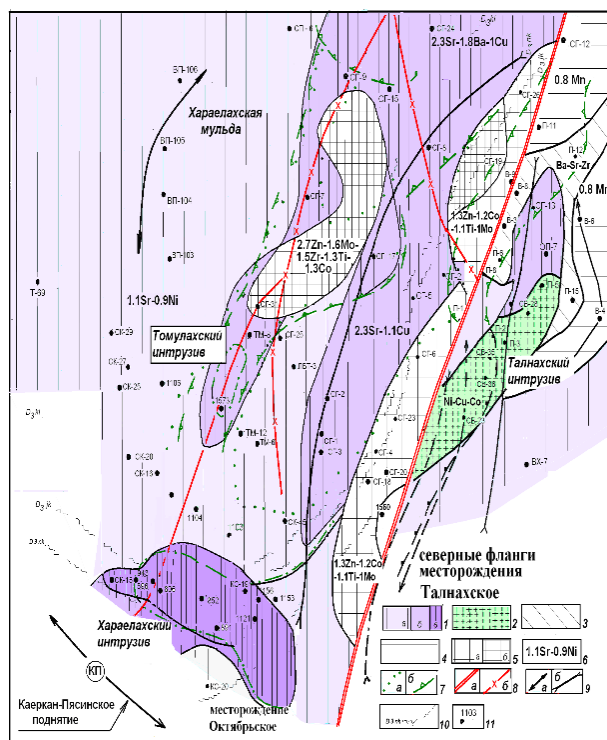


Рис. 4. Зональность геохимического поля отложений нижней подсвиты мантуровской свиты (D_2mt) площади Талнахского рудного узла (на основе материалов ПО «Норильскгеология»; составлена Мирошниковой Л.К., 2017)

Наиболее контрастные аномалии стронция ($KsSr$ от 2,4 до 35) выделены в области флексурного перегиба юго-западной оконечности Хараелахской мульды. Синклиальная структура, в которой локализован Томулахский интрузив, фиксируется геохимическими аномалиями стронция ($KsSr$ от 2,4 до 8) и Cu–Ni–Co (или Cu–Zn–Ni) в породах контактового ореола, которые прослеживаются вдоль Осевого разлома и имеют вид ветви, отпочковавшейся от Хараелахского интрузива (рис. 6) [4].

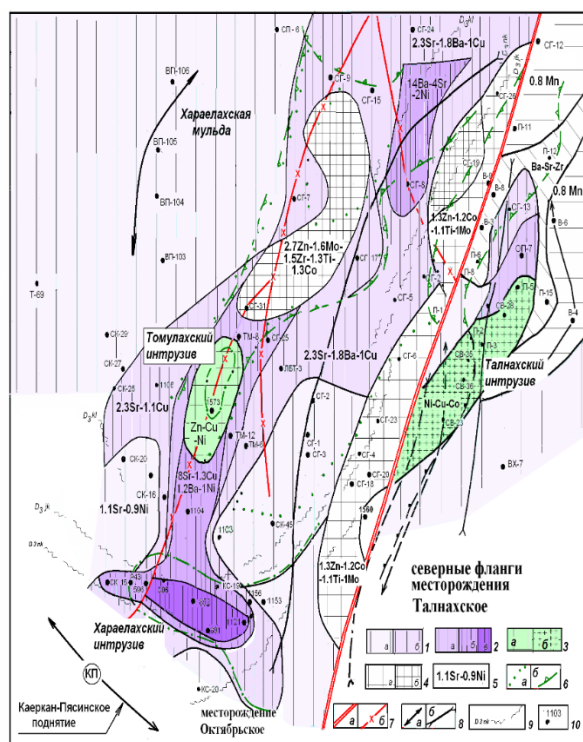


Рис. 5. Зональность геохимического поля отложений верхней подсвиты мантуровской свиты (D_2mb_2) (сульфатно-карбонатный тип разреза) площади Талнахского рудного узла (на основе материалов ПО «Норильскгеология», составлена Мирошниковой Л.К., 2017)

Фрагмент синклинали восточного борта Хараелахской мульды, вмещающей Талнахский интрузив, в породах мантуровской свиты, на которые с разрывом залегают отложения тунгусской серии, выделяется аномалиями стронция (Kk_{Sr} до 2,4) и зонами рассеянной минерализации Ni–Cu–Co (см. рис. 4, 5).

Своды палеоподнятий, ограничивающие распространение рудоносных интрузивов, в геохимических полях разновозрастных отложений фиксируются геохимическими ассоциациями с фоновыми содержаниями: Sr, Co, Ba, Ni, Zr, Ti, V и Zn (см. рис. 4–6).

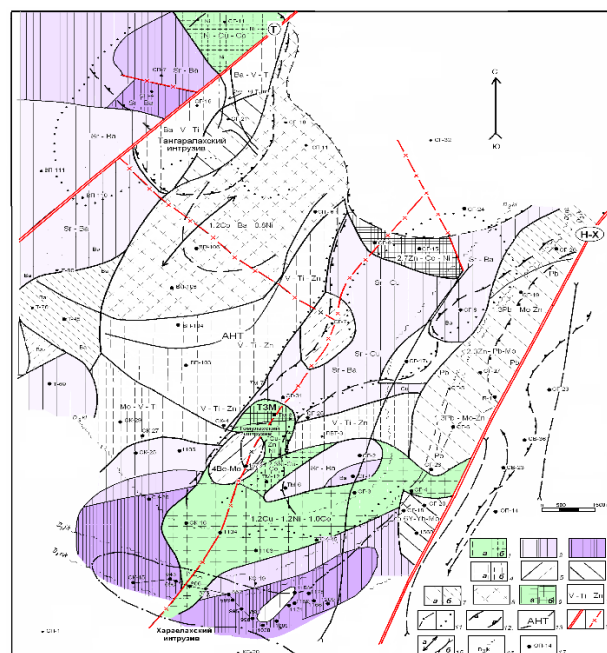


Рис. 6. Зональность геохимического поля отложений верхнего девона площади Талнахского рудного узла (на основе материалов ПО «Норильскгеология»; составлена Мирошниковой Л.К., 2017)

Выводы. Тектонические условия локализации месторождений Талнахской РМС имеют геохимическое выражение. Зональная структура геохимических полей пространственно совпадает с элементами структурно-тектонических построений площади. Зоны магмоконтролирующих разломов маркируются линейными ореолами Y, Yb, Be, Mo, Pb и Zn. Магмовмещающие структуры – синклинали и флексурные складки – маркируются аномалиями Sr. Осевые зоны палеоподнятий, ограничивающие развитие тел рудоносных интрузий в геохимических полях разновозрастных отложений, маркируются фоновыми областями, представленными геохимическими ассоциациями Co–Ba–Ni, Zr–Ba, Ti–V–Zn.

1. Коган Б.С. Физические основы моделирования геохимического поля на ЭВМ // Разведка и охрана недр. 1996. №8. С. 7–14.

2. Кременецкий А.А. Поисковая геохимия: состояние, проблемы, решения // Разведка и охрана недр. 2008. №4–5. С. 4–13.

3. Маслов Г.Д., Нестеровский В.С. Геологическая карта центральной части Норильского района масштаба 1: 50000, 1960. (Фонды НКГРЭ, инв. 1983).

4. Мирошникова Л.К. Особенности строения геохимического поля осадочных отложений нижнего-среднего палеозоя площади

Талнахского рудного узла // Известия Сибирского отделения секции наук о Земле Российской Академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2009. Вып. 8 (34). С. 81–91.

5. Никулин И.И., Радько В.А. Металлогения магматических комплексов основного состава на примере Норильской провинции // Проблемы минерации, экономической

геологии и минеральных ресурсов. Ч. 1. Основные проблемы геологии и рудообразования Норильского района, кластерная эволюция минерации и минеральные ресурсы. М.: МаксПресс, 2019. С. 147–176.

6. Туровцев Д.М. Контактный метаморфизм интрузий Норильского района. М.: ИГЭМ, РАН, 2000. 304 с.

УДК 622.2.013:621.878.25

М.А. Перепелкин¹, В.И. Склянов²,
Е.С. Семькин¹, Н.И. Мокрицкая¹

¹ФГБОУВО «Северо-Восточный государственный университет

²ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

РОЛЬ ЭНЕРГИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

В статье рассматриваются роль энергии в горной промышленности, виды энергии, ее состав применительно к горной промышленности. Эффективность работы горной техники предлагается определять количеством затраченной энергии, т.е. рассмотреть эффективность в другой системе, в системе энергии по определенным видам процессов горнодобывающего предприятия и вывести классификацию по видам энергии. Проведены соответствующие расчеты и предложены формулы для определения энергии технического устройства.

Ключевые слова: энергия, виды энергии горного предприятия, расчет энергии технического устройства, технические устройства, горная масса.

Эффективность работы горной техники определяется такими показателями, как производительность, ремонтно-пригодность и наименьшие затраты на процессы. Никто не задумывался над тем, сколько энергии тратит та или иная техника (техническое устройство (ТУ)) при выполнении своих функций (например, рыхление, бурение, перемещение горной массы).

Эффективность работы горной техники предлагается определять количеством затраченной энергии, т.е. рассмотреть эффективность в другой системе, в системе энергии по определенным видам процессов горнодобывающего предприятия и вывести классификацию по видам энергии.

Возникает ряд вопросов, которые необходимо рассмотреть:

1. Какое количество энергии необходимо для эффективного выполнения своих функций?

2. Сколько надо затрачивать энергии техническому устройству или людским ресурсам при выполнении операций?

3. Какое количество энергии является оптимальным, минимальным, максимальным при выполнении операций?

4. Как определить количество затраченной энергии?

Цель и задачи исследования – определение энергии технического устройства при определенных операциях в горном деле.

Совокупность энергий, с помощью которой образуется энергия предприятия

$E_{пред}$, образует систему энергетических показателей горного предприятия.

Эта система зависит от показателей:

- 1) работы оборудования;
- 2) работы специалистов;
- 3) финансовых затрат.

Если не будет хоть одного из перечисленных показателей, то система не будет жизнеспособна.

Система энергетических показателей имеет целостность, она является динамической и замкнутой. Система по классификации относится к сложной с большим числом элементов.

На определенной стадии горное предприятие обладает определенным количеством энергии. Стадии горного предприятия представлены в табл. 1.

Таблица 1

Стадии горного предприятия с распределением энергии

Стадии горного предприятия	Количество энергии, которым обладает предприятие, %
Разведка	25
Вскрытие	25
Добыча	25
Рекультивация	25
ИТОГО	100

Из табл. 1 видно, что энергию предприятия можно представить как 100%, соответственно, каждая стадия будет поделена на 100%.

Стадийная энергия предприятия – количество энергии предприятия на различной стадии.

Находя энергию на стадии вскрышных работ, можно определить общую энергию предприятия по формуле, Дж,

$$E_{общ} = E_i - 4, \quad (1)$$

где E_i – энергия от определенной стадии (разведки, вскрытия, добычи или рекультивации).

Состав энергии предприятия представлен на рис. 1.

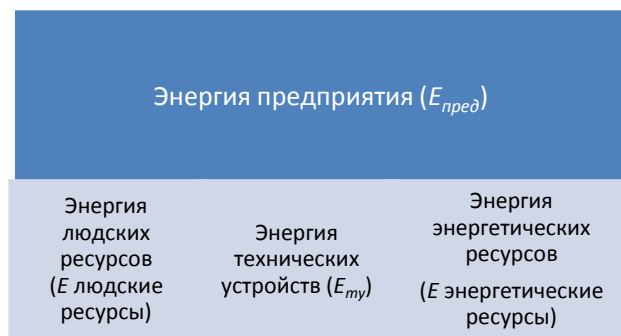


Рис. 1. Состав энергии предприятия

В общем виде энергию предприятия можно представить в виде суммы всех видов энергий:

$$E_{пред} = E_{ту} + E_{людские ресурсы} + E_{энергетические ресурсы}, \quad (2)$$

где $E_{людские ресурсы}$ – это энергия, затраченная человеком, управляющим техническим устройством, или затраты энергии человека при работе, Дж; $E_{энергетические ресурсы}$ – энергия, затрачиваемая горнодобывающим предприятием на вспомогательные операции, обеспечивающие функционирование предприятия (обогрев вахтового поселка, электроснабжение, вспомогательный автотранспорт), Дж; $E_{ту}$ – энергия технических устройств, применяемых на предприятии, Дж.

По-другому можно сказать, что это вид энергии машиниста оператора, управляющего техническим устройством:

$$E_{людские ресурсы} = E_{машинист-оператор}.$$

Энергетические ресурсы E можно представить в виде схемы, представленной на рис. 2.

Любые объекты обладают определенными видами энергии. Можно предположить, что энергией обладает горнодобывающее предприятие, которое занимается добычей определенного вида минеральных ресурсов.



Рис. 2. Состав энергии энергетических ресурсов

Энергия горнодобывающего предприятия – это совокупность видов энергий технологических процессов, применяемых при разработке месторождения полезного ископаемого. Измеряется данная величина в джоулях.

Энергию горнодобывающего предприятия можно представить в виде схемы (рис. 3).

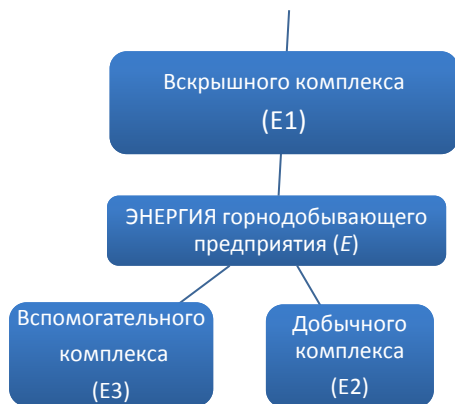


Рис. 3. Схема энергии горнодобывающего предприятия

Энергию горнодобывающего комплекса можно определить по формуле, Дж,

$$E = E1 + E2 + E3, \quad (3)$$

где $E1$ – энергия вскрышного комплекса, Дж; $E2$ – энергия добычного комплекса, Дж; $E3$ – энергия вспомогательного комплекса, Дж.

Энергия вскрышного комплекса подразделяется на основные технологические операции, производимые при вскрышных работах:

- энергия при бурении;
- энергия при взрывании;
- энергия при экскавации породы.

Энергия добычного комплекса подразделяется на основные технологические операции, производимые при добычных работах:

- энергия при бурении;
- энергия при взрывании;
- энергия при экскавации горной массы.

Энергия вспомогательного комплекса подразделяется на основные технологические операции, производимые при вспомогательных работах:

- энергия при перемещении рабочего персонала;
- энергия при перевозке ВВ, ГСМ и иных вспомогательных материалов.

В общем виде энергия вскрышного, добычного и вспомогательного комплексов представлена в табл. 2.

Таблица 2

Виды энергии горнодобывающего предприятия

Энергия вскрышного комплекса $E1$	Энергия добычного комплекса $E2$	Энергия вспомогательного комплекса $E3$
Энергия при бурении $E_{бур}$	Энергия при бурении $E_{бур}$	Энергия при перемещении рабочего персонала $E_{пер}$
Энергия при взрывании $E_{вв}$	Энергия при взрывании $E_{вв}$	Энергия при перевозке ВВ, ГСМ и иных вспомогательных материалов $E_{всп}$
Энергия при экскавации породы $E_{экс}$	Энергия при экскавации горной массы $E_{экс}$	

Энергию вскрышного комплекса можно определить как сумму всех энергий при ведении вскрышных работ по формуле

$$E1 = E_{бур} + E_{вв} + E_{экс}. \quad (4)$$

где $E_{бур}$ – энергия при бурении, Дж; $E_{вв}$ – энергия при взрывании, Дж; $E_{экс}$ – энергия при экскавации породы, Дж.

Энергия добычного комплекса можно определить как сумму всех энергий при ведении добычных работ по формуле

$$E_2 = E_{бур} + E_{вв} + E_{экс}, \quad (5)$$

где $E_{бур}$ – энергия при бурении, Дж; $E_{вв}$ – энергия при взрывании, Дж; $E_{экс}$ – энергия при экскавации горной массы, Дж.

Энергию вспомогательного комплекса можно определить как сумму всех энергий при вспомогательных работах по формуле

$$E_3 = E_{пер} + E_{всп}, \quad (6)$$

где $E_{пер}$ – энергия при перемещении рабочего персонала, Дж; $E_{всп}$ – энергия при перевозке ВВ, ГСМ и иных вспомогательных материалов, Дж.

Кинетическая энергия – это энергия, которую тело имеет только при движении. Когда тело не движется, кинетическая энергия равна нулю [1].

Кинетическая энергия или энергия механической системы определяется по формуле

$$E_k = \frac{mv^2}{2}, \quad (7)$$

где m – масса тела объекта, кг; v – скорость объекта, м/с.

По-другому энергию можно выразить как произведение мощности на время:

$$E = N \cdot t. \quad (8)$$

Еще энергию можно выразить как произведение силы на длину:

$$E = F \cdot l. \quad (9)$$

Из формулы (7) выразим значение скорости:

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}}. \quad (10)$$

Зависимость энергии от производительности бульдозера. Производительность бульдозера зависит от ряда факто-

ров, из которых наиболее существенными являются расстояние транспортирования, объем одновременно перемещаемой породы и скорость движения.

Производительность бульдозера может быть определена по формуле [2], м³/смену,

$$P = \frac{Tkqn}{\frac{L_{cp}}{V_p} + \frac{L_{cp}}{V_x} + 2t}, \quad (11)$$

где T – продолжительность смены, с; k – коэффициент использования сменного времени; q – объем вала породы, перемещаемого бульдозером, м³; n – коэффициент наполнения отвала; V_p и V_x – скорость рабочего и холостого ходов, м/с; L_{cp} – средняя длина транспортирования, м; t – время переключения передач и маневров, с.

Механическая энергия бульдозера будет определяться по формуле (7).

Бульдозер во время набора горной массы и ее перемещения обладает одной массой – это масса бульдозера и масса вала породы. При движении холостым ходом он обладает массой, равной массе бульдозера. То же самое происходит и со скоростью. Скорость при движении с валом породы – одна величина, а при движении порожняком – другая. Следовательно, формула (7) примет вид:

$$E_{\sigma} = \frac{m_{cp} \cdot v_{cp}^2}{2}, \quad (12)$$

где m_{cp} – средняя масса бульдозера, кг; v_{cp} – средняя скорость движения, м/с.

Средняя масса бульдозера определяется по формуле

$$m_{cp} = (m_1 + m_2)/2, \quad (13)$$

где m_1 – масса бульдозера, кг; m_2 – масса бульдозера с валом породы, кг.

Средняя скорость движения бульдозера определяется по формуле

$$v_{cp} = (v_1 + v_2)/2, \quad (14)$$

где v_1 – скорость движения бульдозера порожняком, м/с; v_2 – скорость движения бульдозера с валом породы, м/с.

Подставив значение средней массы и средней скорости в формулу (12), получим следующее значение энергии бульдозера:

$$E = \frac{\frac{m_1 + m_2}{2} \cdot \left(\frac{v_1 + v_2}{2} \right)^2}{2}. \quad (15)$$

При $v_1 = v_2$, получим:

$$E = \frac{\frac{m_1 + m_2}{2} v^2}{2}. \quad (16)$$

Выразим из формулы (16) значение скорости v , получим:

$$v = \sqrt{\frac{2E}{\frac{m_1 + m_2}{2}}} \text{ или } v = \sqrt{\frac{2E}{m_{cp}}}. \quad (17)$$

Подставим значение скорости (формула (17)) в формулу (11) производительности бульдозера:

$$P = \frac{Tkqn}{\frac{L_{cp}}{\sqrt{\frac{2E}{m_{cp}}}} + \frac{L_{cp}}{\sqrt{\frac{2E}{m_{cp}}}} + 2t}. \quad (18)$$

Из формулы (18) выразим значение энергии E . После преобразования формула (18) примет вид:

$$E = \frac{\left(\frac{Tkqn}{P} - 2t \right)^2}{2} \cdot m_{cp}. \quad (19)$$

Значение энергии E бульдозера можно представить в упрощённом виде и примерно подсчитать через производительность бульдозера по следующей формуле:

$$E = \frac{P \cdot m_{cp}}{4} \text{ или } E = \frac{P \cdot \frac{m_1 + m_2}{2}}{4}, \quad (20)$$

где P – сменная производительность бульдозера, м³/смену (формула (11)).

По формуле (20) приблизительно можно подсчитать энергию технического устройства (бульдозера).

При определении результатов значение энергии, подсчитанное по формуле (16), практически совпадает с предложенной формулой (20) нахождения энергии бульдозера через производительность. Погрешностью расчетов 17 Дж или 0,65% можно пренебречь.

Вывод. Предложена приближенная формула расчета энергии бульдозера (технического устройства) через значение производительности бульдозера, которая может быть применена для определения количества энергии, затраченной бульдозером при перемещении горной массы.

Энергия бульдозера при рыхлении. Производительность тракторного рыхлителя $P_{рых}$ определяется в зависимости от производительности бульдозера по формуле [3], м³/ч,

$$P_{рых} = (T_{см} K_{и} - A_{п} t_{пер}) v_{тр} U_p B_p n_1, \quad (21)$$

где $A_{п}$ – число поворотов рыхлителя; $t_{пер}$ – время на переключения передач и один поворот, ч; $v_{тр}$ – скорость движения трактора, м/ч; B_p – ширина полосы рыхления, м; n_1 – коэффициент использования глубины рыхления; $T_{см}$ – продолжительность смены, ч; $K_{и}$ – коэффициент использования сменного времени; U_p – глубина рыхления породы зубьями рыхлителя, м.

Подставим формулу (17) в данную формулу (21) и выразим энергию бульдозера при рыхлении:

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m_{cp}}} = v_{тр}.$$

Тогда

$$P_{рых} = (T_{см} K_{и} - A_{п} t_{пер}) \sqrt{\frac{2E}{m_{cp}}} U_p B_p n_1.$$

Выразим значение энергии E , получим:

$$E = \frac{\left(\frac{\sqrt{m_{cp}} P_{рых}}{(T_{cm} K_n - A_n t_{пер}) U_p B_p n_1} \right)^2}{2}. \quad (22)$$

В упрощенном виде значение энергии бульдозера при рыхлении можно записать:

$$E = \frac{m_{cp} P_{рых}}{\frac{U_p^2}{2}}. \quad (23)$$

Докажем, что по формуле (23) приблизительно можно подсчитать энергию бульдозера при рыхлении пород.

При определении результатов значение энергии, подсчитанное по формуле (7) практически совпадает с предложенной формулой (23) нахождения энергии бульдозера через производительность при рыхлении пород. Погрешностью расчетов 66 Дж или 1% можно пренебречь.

Вывод. Предложена приближенная формула расчета энергии бульдозера на операции рыхления через значение производительности тракторного рыхлителя, которая может быть применена для определения количества энергии, затраченной бульдозером при рыхлении горных пород.

Определение энергии скрепера. Сменная производительность скрепера определяется по формуле [4]:

$$P = \frac{q K_n 3600 n K_b}{K_p t_q}, \quad (24)$$

где q – геометрическая емкость ковша, м³; K_n – коэффициент наполнения ковша; n – количество часов в смене; K_b – коэффициент использования рабочего времени; K_p – коэффициент разрыхления породы; t_q – продолжительность рабочего цикла, с,

$$t_q = \frac{l_3}{v_3} + \frac{l_r}{v_r} + \frac{l_x}{v_x} + t, \quad (25)$$

где l_3 – длина пути, м; v_3 – скорость при загрузке ковша, м/с; l_r и v_r – то же, при перемещении груженного скрепера; l_x и v_x – то же, при холостом ходе; t – суммарное время на все маневры и вспомогательные операции (обычно $t = 1$ мин.).

Энергия скрепера будет определяться по формуле (7):

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}.$$

Масса скрепера будет непостоянной, поэтому он будет обладать средней массой m_{cp} . Средняя масса скрепера определяется по формуле

$$m_{cp} = \frac{m_1 + m_2}{2}, \quad (26)$$

где m_1 – масса груженного скрепера, кг; m_2 – масса скрепера порожнякового, кг.

Скорость скрепера тоже не будет постоянной, а будет иметь среднее значение v_{cp} . Средняя скорость скрепера будет определяться по формуле

$$v_{cp} = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}, \quad (27)$$

где v_1 – скорость скрепера при загрузке ковша, м/с; v_2 – скорость скрепера при перемещении груженного скрепера, м/с; v_3 – скорость скрепера при холостом ходе, м/с.

Тогда формула (7) примет следующий вид:

$$E_k = \frac{\frac{m_1 + m_2}{2} \cdot \left(\frac{v_1 + v_2 + v_3}{3} \right)^2}{2} = \frac{m_{cp} \cdot v_{cp}^2}{2}. \quad (28)$$

Энергию скрепера можно определить по приближенной формуле в зависимости от производительности скрепера:

$$E = \frac{P^2 m_{cp}}{2 \cdot 100000}, \quad (29)$$

где P – сменная производительность скрепера, м³/смену; m_{cp} – средняя масса скрепера, кг.

Сравнив значение энергии, посчитанное по формуле (29) через производительность с энергией, посчитанной по формуле (28), получим, что разница значений составляет 264 Дж, т.е. погрешность составляет 0,2%. Следовательно, с помощью предложенной формулы (29) можно посчитать энергию скрепера.

Вывод. Предложена формула для расчета энергии скрепера в зависимости от сменной производительности скрепера.

Определение энергии погрузчика. Сменная эксплуатационная производительность погрузчика определяется по формуле [5], т.

$$Q_{II} = \frac{3600 v_k K_H T Z_{II} G_{II}}{t_{II} K_p}, \quad (30)$$

где v_k – емкость ковша, м³; K_H – коэффициент наполнения ковша; T – продолжительность смены, ч; Z_{II} – 0,6–0,9 – коэффициент использования погрузчика во времени в течение смены; G_{II} – плотность породы в целике, т/м³; t_{II} – продолжительность рабочего цикла погрузчика, с; K_p – коэффициент разрыхления породы.

Коэффициент наполнения K_H зависит от вида и крупности горной массы, размеров и формы ковша, конструкции погрузчика, квалификации машиниста. При погрузке песка, дробленого известняка крупностью до 40 мм, гравия крупностью до 50 мм, снега, взорванных скальных пород крупностью до 500 мм коэффициент K_H составляет соответственно 1,1–1,2; 1–1,3; 1–1,3; 1,2–1,3; 0,8–1,2.

Продолжительность рабочего цикла погрузчика при выполнении погрузочно-транспортных работ определяется по формуле, с,

$$t_{II} = t_H + t_{дв.г} + t_p + t_{дв.п}, \quad (31)$$

где $t_H = 5–12$ – время наполнения ковша ($t_H = 8–12$ – для отечественных погрузчиков; $t_H = 5–7$ – для зарубежных), с; $t_p = 3–5$ – время разгрузки ковша, с; $t_{дв.п}$ – время движения порожнего погрузчика к месту погрузки, с; $t_{дв.г}$ – время движения груженого погрузчика к месту разгрузки, с,

$$t_{дв.г} = 3,6 \frac{L_r}{v_r}, \quad (32)$$

здесь L_r – длина пути при движении погрузчика с грузом к месту разгрузки, м; v_r – скорость движения груженого погрузчика, км/ч;

$$t_{дв.п} = 3,6 \frac{L_{II}}{v_{II}}, \quad (33)$$

здесь L_{II} – длина пути при возвращении порожнего погрузчика к месту загрузки, м; v_{II} – скорость движения порожнего погрузчика, км/ч.

Подставим в формулы (31) и (32) значение скорости, выраженной через энергию $v = \sqrt{\frac{2E}{m_{cp}}}$. Тогда получим:

$$t_{дв.г} = 3,6 \frac{L_r}{\sqrt{\frac{2E}{m_1}}}, \quad (34)$$

$$t_{дв.п} = 3,6 \frac{L_{II}}{\sqrt{\frac{2E}{m_2}}}, \quad (35)$$

где m_2 – масса погрузчика, кг; m_1 – масса погрузчика с грузом, кг,

$$m_1 = m_{II} + m_{гр};$$

здесь m_{II} – масса погрузчика, кг; $m_{гр}$ – масса груза в ковше, кг.

Подставим формулы (33) и (34) в формулу (31) и получим:

$$t_{II} = t_H + 3,6 \frac{L_r}{\sqrt{\frac{2E}{m_1}}} + t_p + 3,6 \frac{L_{II}}{\sqrt{\frac{2E}{m_2}}}. \quad (36)$$

Подставим значение t_{II} в формулу расчета производительности и получим:

$$Q_n = \frac{3600 \nu_k K_n Tz_n G_n}{\left(t_n + 3,6 \frac{L_r}{\sqrt{\frac{2E}{m_1}}} + t_p + 3,6 \frac{L_n}{\sqrt{\frac{2E}{m_2}}} \right) K_p}.$$

Из формулы выразим значение энергии E . После преобразований получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2) \left(\frac{3,6(L_r + L_n)}{Q_n} - t_n - t_p \right)^2}{4}. \quad (37)$$

В упрощённом виде формулу (37) можно представить в следующем виде:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)(Q_n)^2}{4}, \quad (38)$$

где m_1 и m_2 – масса погрузчика с грузом и масса погрузчика, т.

Значение энергии, полученной по формуле расчета кинетической энергии, приближенно равно значению энергии, посчитанной по предложенной формуле (38), т.е. $E_n \approx E$, $375 \text{ кДж} \approx 388 \text{ кДж}$. Следовательно, по формуле (38) можно определить энергию погрузчика в зависимости от его сменной производительности.

Вывод. Предложена формула для расчета энергии погрузчика в зависимости от его сменной производительности.

Все предлагаемые формулы определения энергии технического устройства сравнивались с кинетической энергией путем подставления данных и расчетов.

Заключение. Предложенные формулы необходимы для определения энергии технического устройства.

Среднюю массу ТУ в формулах невозможно точно определить без измерения вала породы, а точнее массы транспортируемого вала горной массы.

Для более точного определения энергии технического устройства необходимо знать массу перевозимого груза (горной массы). Дальнейшие исследования необходимо направить на определение массы перевозимого груза для более точного расчета энергии.

Для того чтобы произвести выемку породы или полезного ископаемого, необходимо затратить определенную часть энергии. Кроме затрат материальных и технических (амортизация оборудования), для извлечения горной массы (изменения физико-механического состояния горной массы) необходимо потратить определенные усилия. Усилие, при котором извлекается из массива горная масса, можно обозначить как вид энергии E (механическая энергия), или как энергия технического устройства.

Механическая энергия воспроизводится, передается путем рабочего органа горной машины (ковша экскаватора, погрузчика или бурового инструмента буровых машин).

1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кинетическая_энергия

2. Потемкин С.В. Разработка вечномерзлых россыпей. М.: Недра, 1969. С. 78.

3. Емельянов В.И. Технология бульдозерной разработки вечномерзлых россыпей. М.: Недра, 1976. С. 94.

4. Потемкин С.В. Разработка вечномерзлых россыпей. М.: Недра, 1969. С. 79–80.

5. Теория и практика открытых разработок / Н.В. Мельников, Э.И. Реентович, Б.А. Симкин [и др.]. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Недра, 1979. С. 314.

ТРИ В ОДНОМ

В статье показано, как знаки «плюс» и «минус» выполняют одновременно несколько функций, как эти функции связаны друг с другом и как этим пользоваться в математических действиях.

Ключевые слова: положительные и отрицательные числа, сложение, вычитание, числовая ось, направленный отрезок, умножение.

Наверняка никто из обучающихся – школьников и студентов – не задаёт вопроса: почему разные вещи обозначаем одними и теми же символами. Так, в арифметике «минус» употребляется для обозначения действия вычитания (отнять) и как знак отрицательного числа. Аналогично «плюс» обозначает действие сложения (прибавить) и знак положительного числа. И такое смешение присутствует сплошь и рядом в одних и тех же записях и вычислениях. Как же не приводит к путанице употребление одних и тех же символов для обозначения различных функций? Путаница и непонимание, конечно же, есть, но разобраться или потребовать разъяснений может только способный и настойчивый обучающийся, каких, увы, не так много.

Начнём с предположения, что знаками «плюс» и «минус» обозначаются соответственно положительные и отрицательные числа, а «прибавить» и «отнять» – за недостатком фантазии будем обозначать как «приб» и «отн». Следует заметить, что, поступив наоборот, т.е. обозначив «плюсом-минусом» действия сложения-вычитания, а как-то иначе – знаки положительных и отрицательных чисел, придём к одному и тому же результату.

Договоримся числа со своими знаками писать со скобками.

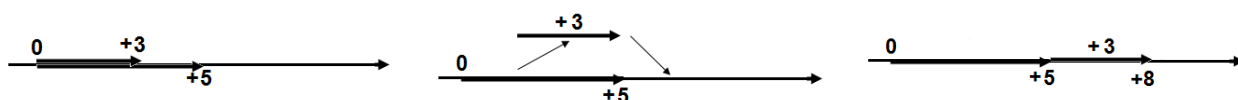
Например, вполне понятна запись: $(+5)$ приб $(+1)$ отн $(+4)$ приб (-3) отн (-9) .

Как должно быть известно, числа имеют «место жительства» – все они располагаются на числовой оси: положительные справа от нуля, отрицательные слева, если ось представить горизонтально с направлением вправо. Уточним слово «располагаются». Изначально число (положительное) означало длину отрезка. Числа на числовой оси – это длины отрезков, один конец которых находится в начале отсчёта. отождествление числа с длиной отрезка было настолько наглядным и практичным средством, что от него невозможно было отказаться при появлении отрицательных чисел. Вполне естественный шаг – считать отрицательные числа тоже длинами отрезков, один конец которых также находится в начале отсчёта, но «повёрнутые» в другую сторону. Получается, таким образом, что положительные и отрицательные числа – это длины направленных отрезков: одни направлены туда же, куда и ось, другие – в противоположную сторону. Можно было бы

обозначать положительные и отрицательные числа как векторы, со стрелочками: у одних чисел стрелочки направлены вправо, у других влево. Но мы будем пользоваться знаками (+) и (-). А вот складывать и вычитать будем как векторы. Для этого придадим направленным отрезкам следующее свойство: их можно перемещать вдоль числовой оси или, если угодно, отрывать от оси и

снова накладывать на ось в другом месте. Естественно, при таком перемещении ни длина отрезка, ни направление не должны меняться.

Очевидно, что сложение двух положительных чисел равносильно нахождению длины отрезка, составленного из двух. Поэтому, когда, например, складываем (+5) и (+3), отрезок длиной (+3) прикладываем к отрезку длиной (+5) и получаем отрезок длиной (+8).

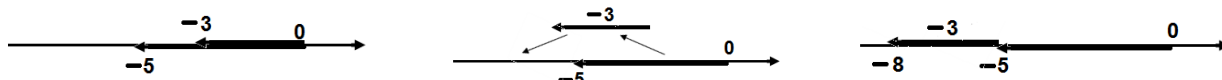


Таким образом, $(+5) \text{ приб } (+3) = (+8)$.

Будем называть тот конец направленного отрезка, где нет стрелочки, началом, а со стрелочкой – просто концом направленного отрезка. Только что получилось правило сложения положительных чисел в геометрической интерпретации: прибавляя к одному числу другое, первое число-отрезок оставляем на месте, второе же число-отрезок переносим, и его начало приставляем к

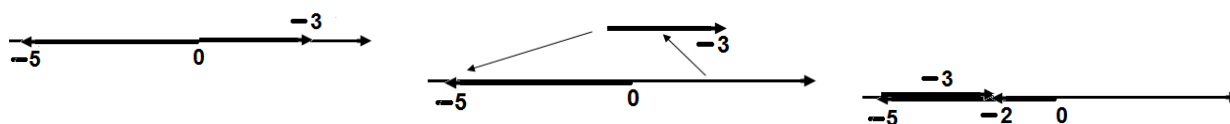
концу первого. В результате получаем новый направленный отрезок, у которого начало совпадает с началом первого, а конец – с концом второго. Этот направленный отрезок и будет означать сумму чисел, которые складывали.

Теперь забудем, что это правило получено для положительных чисел, и будем применять его для всех чисел. Например, к числу (-5) прибавим (-3).



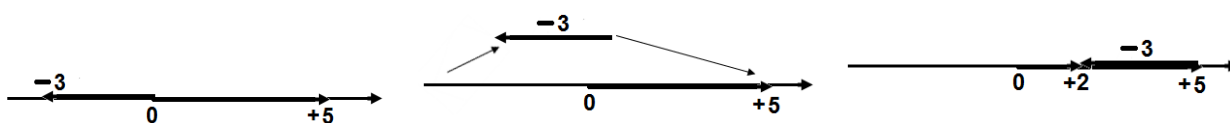
Получаем: $(-5) \text{ приб } (-3) = (-8)$.

Теперь к числу (-5) прибавим (+3).



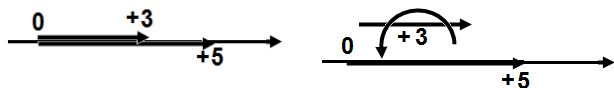
Результат: $(-5) \text{ приб } (+3) = (-2)$.

Наконец, к числу (+5) прибавим число (-3).



Получим: $(+5) \text{ приб } (-3) = (+2)$.

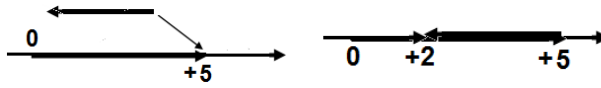
Перейдём к следующему действию – вычитанию, которое договорились обозначать символом «отн». Используем накатанную схему: вычитая из положительных положительных же числа, выявим правило, а затем применим это правило для всех остальных случаев.



Вычтем из числа $(+5)$ число $(+3)$. Некоторые свойства сложения мы передадим «по наследству» вычитанию, а именно: в результате должен получиться отрезок с началом в начале отсчёта, а его конец пусть упирается в конец второго отрезка (вычитаемого). Тогда для этого отрезок $(+3)$ после отрыва от оси надо перевернуть и приставить началом в конец отрезка $(+5)$. В результате получается отрезок $(+2)$: $(+5) \text{ отн } (+3) = (+2)$. Поскольку в процессе переворота отрезок $(+3)$ превращается в (-3) , то действие $(+5) \text{ отн } (+3)$ оказывается равносильным действию $(+5) \text{ приб } (-3)$. Полученную равносильность распространим на вычитание чисел с любыми знаками и объявим правило: вычестъ – это прибавить, но только число с противоположным знаком. Так $(+3) \text{ отн } (+5) = (+3) \text{ приб } (-5)$.

Но это значит, что теперь мы можем всякое «отн» заменить на «приб», и, таким образом, обойтись только одним действием. Например, вместо $(+5) \text{ приб } (+1) \text{ отн } (+4) \text{ приб } (-3) \text{ отн } (-9)$ написать: $(+5) \text{ приб } (+1) \text{ приб } (-4) \text{ приб } (-3) \text{ приб } (+9)$. То есть действие вычитания отменяется! А поэтому выражения, содержащие знаки сложения и вычитания, можно называть просто суммой, поскольку всё сводится к суммированию. Но тогда какой смысл писать знак действия «приб» в подобных суммах, если этот знак всюду один и тот же? Можно писать только одни слагаемые, а знак действия «приб» подразумевать. Правда,

Нет ничего проще отнять из одного положительного числа другое: от отрезка «отпилить» часть, а что останется – будет результат. Правда, может оказаться, что «отпиливаемая» часть больше исходной... Значит, надо сначала рассмотреть нормальный случай: когда от большего числа вычитается меньшее.



у нас есть ещё одно действие, которое можно не писать: умножение. Зачем писать знак умножения между несколькими множителями, если этот знак один и тот же? Ведь можно писать только одни множители. А чтобы отличить сумму нескольких слагаемых (пусть даже двух), написанных без знака «приб», от произведения, написанного без знака умножения, договоримся слагаемые в сумме писать без скобок, а множители в произведении – со скобками. Например, сумму $(+5) \text{ приб } (+1) \text{ приб } (-4) \text{ приб } (-3) \text{ приб } (+9)$ запишем как $+5 + 1 - 4 - 3 + 9$, а произведение как $(+5) (+1) (-4) (-3) (+9)$.

Аналогично тому, как свели действия сложения и вычитания только к одному сложению, можно все действия свести только к одному вычитанию. Ведь очевидно, что прибавить число – это отнять такое же число, только с противоположным знаком. Например, $(+5) \text{ приб } (+3) = (+5) \text{ отн } (-3)$, $(+1) \text{ приб } (-4) = (+1) \text{ отн } (+4)$. То есть прибавить отрицательное число – всё равно, что отнять положительное.

Но тогда в сумме типа $+5 + 1 - 4 - 3 + 9$ знак «+» играет ту же роль, что и «приб», а знак «-» ту же, что и «отн». При этом как прибавляются, так и отнимаются положительные числа. Видно, что здесь напрашивается ещё одно допущение: положительные числа можно писать без знака. Получается, что выражение

$5 + 1 - 4 - 3 + 9$ (с учётом последнего допущения знак перед числом 5 уже не пишем) можно толковать по-разному:

1. К положительному числу 5 прибавляется положительное число 1, затем прибавляется отрицательное (-4) , далее прибавляется отрицательное (-3) и, наконец, прибавляется положительное число 9. Здесь «+» и «-» – знаки положительных и отрицательных чисел. Знак действия «приб» подразумевается.

2. К положительному числу 5 прибавляется положительное 1, отнимается положительное 4, отнимается положительное 3 и прибавляется положительное 9. Тут «+» и «-» играют ту же роль, что «приб/отн», все числа положительные.

Как видим, оба толкования не противоречат друг другу. Таким образом, знаки «+» и «-» в одних и тех же выражениях выполняют одновременно две функции: их можно считать как знаками перед соответствующими числами, так и знаками действий сложения и вычитания. Вопрос выбора – дело вкуса.

Обратимся к умножению.

Умножить положительное число «а» на положительное число «b» – означает отложить направленный отрезок «a» «b» раз, приставляя каждый раз начало к концу. Не будем вдаваться в подробности, что значит «b» раз, ведь «b» может быть не только целым числом. Допустим, что этот вопрос разрешён. Допустим также, что очевидны коммутативное ($ab = ba$) и ассоциативное ($(ab)c = a(bc) = abc$) свойства умножения. Перенесём эти свойства из положительных на все числа. Понятно, что умножить отрицательное число $(-x)$ на положительное «b» – отложить направленный против оси отрезок «b» раз. При этом получится направленный также против оси отрезок, т.е. отрицательное число $(-xb)$. Как умножить положительное число «a» на отрицательное $(-y)$? Избежать откладывания «минус y раз» поможет коммутативное свойство: $a(-y) = (-y)a$, т.е. произведение положительного числа на отрицательное равносильно умножению

отрицательного на положительное, что мы уже умеем делать. При этом получится отрицательное число $(-ay)$ или $(-ya)$. В частности, умножая положительное число «a» на (-1) , получим отрицательное число $(-a)$. На языке направленных отрезков это означает, что отрезок «a» перевернётся. Вот это свойство распространим на любой отрезок, какой бы он ни был: умножение на (-1) или просто знак «минус» переворачивает его в противоположную сторону. Таким образом, получаем третью функцию знака «минус» перед любым числом или выражением: он означает перемену знака этого числа или выражения. Очевидно, что знак «плюс» означает сохранение знака.

Используя вышесказанное, а также свойство ассоциативности умножения, докажем, что при умножении «минус» на «минус» даёт «плюс». Пусть «b» и «y» положительные числа:

$$\begin{aligned} (-b)(-y) &= (-1)b(-y) = (-1)(b(-y)) = \\ &= (-1)(-by) = -(-by) = by. \end{aligned}$$

В последнем действии знак «минус» перед скобкой меняет знак выражения в скобках. Заметим, что в правиле «минус» на «минус» даёт «плюс» (да и во всех других правилах) «b» и «y» можно считать числами не только положительными, но и любого знака.

Теперь можем трояко толковать знаки «+» и «-» в алгебраических (и числовых) выражениях. Так, в выражении $-a - b + c$ знак «минус» пред «a» может означать:

1) следует взять выражение «a» с противоположным знаком;

2) поставив впереди в качестве слагаемого число 0, получим равносильное выражение $0 - a - b + c$; тогда тот же знак минус будет означать: от нуля отнимается выражение «a»;

3) с тем же нулём: к нулю прибавляется выражение «a», взятое с противоположным знаком.

Второй знак «минус»: либо от предыдущего отнимается выражение «b» со

своим знаком, либо к предыдущему прибавляется « b » с противоположным знаком.

Наконец, знак «плюс»: к предыдущему прибавляется выражение « c » со своим знаком.

Следует подчеркнуть, что «прямое» толкование знаков « $+$ » и « $-$ », как знаков положительных или отрицательных чисел, возможно лишь для простых числовых выражений. Например, -4 ; $+7$; $-3,2$; $+1/3$. Здесь ясно, какие числа положительные, какие отрицательные. Другое дело в буквенных выражениях. « $-a$ » вовсе не означает, что перед нами отрицательное число, всё зависит от « a »: если « a » отрицательное, то « $-a$ » будет положительным. Знак «минус» играет роль перемены знака « a ». Число « $+a$ » или просто « a » не всегда положительно. Здесь знак «плюс» сохраняет знак « a »: при отрицательных « a » « $+a$ » будет отрицательным.

Наделяя каждый из знаков « $+$ » и « $-$ » тремя функциями (знак числа, действия прибавить-отнять, сохранение-перемена знака), можно производить замену знаков в числовых и буквенных выражениях. Как заменить «прибавить» на «отнять» и наоборот в числовых выражениях, мы уже знаем. Далее: например, дано выражение « a » или число (7). Но нам нужно, чтобы впереди стоял знак «минус». Пишем: $-(-a)$ или $-(-7)$. Аналогично при необходимости иметь знак «плюс» при « $-b$ » или « -8 »: $+(-b)$ или $+(-8)$.

Выражение $a - b + c - d$ можем преобразовать к виду $a + (-b) + c + (-d)$ и смотреть на знаки « $+$ » как на «прибавить»,

или к виду $a - b - (-c) - d$ и смотреть на знаки « $-$ » (за исключением одного) как на «отнять».

Заметим, что многие правила действуют, только если то или иное выражение приведено к определённому виду. Так, правило «от перемены мест слагаемых сумма не меняется» можно применять, только когда слагаемые именно «прибавляются». Например, $a - b$ сначала надо привести к виду $a + (-b)$, чтоб было «прибавить», это и делает знак « $+$ », и только потом пользоваться правилом. Тогда получится $(-b) + a$ или $-b + a$. В формуле приведения $\cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \sin \alpha$

надо, чтобы в скобках было «отнять». Поэтому, прежде чем применить эту формулу к выражению $\cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)$, надо в скобках «прибавить» превратить в «отнять»: $\cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha(-\alpha)\right)$, и только после этого по начальной формуле получить $\sin(-\alpha)$.

Вывод. Каждый из знаков « $+$ » и « $-$ » выполняет одновременно три функции:

- 1) определяет знак числа: положительное, отрицательное;
- 2) обозначает действия сложения, вычитания;
- 3) сохраняет или меняет на противоположный знак числа или выражения.

Учитывая эти функции, можно преобразовывать выражения в свою пользу и производить всевозможные вычисления рациональным образом.

1. Андронов И.К. Математика действительных и комплексных чисел / под ред. Н.М. Матвеева. М.: Просвещение, 1975.

2. Привалов И.И. Аналитическая геометрия. М.: Наука, 1966.

3. Математический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1988.

РЕЛИГИОЗНЫЕ И МОРАЛЬНО-ПРАВСТВЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КУЛЬТУРЫ: СОГЛАСОВАННОСТЬ, ПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ, УНИКАЛЬНОСТЬ

В статье рассматриваются вопросы о месте религии, морали и нравственности в системе культуры, их соотношении с другими ее составляющими, о динамике их взаимоотношений между собой в историческом плане и в процессе одновременных внутрикультурных коммуникаций, об особенностях причин востребованности (или не востребованности) данных социальных регуляторов в истории и в настоящее время.

Ключевые слова: культура, мораль, нравственные отношения, религия, богословие, этика, противоречие, социальный прогресс.

Понятие «духовно-нравственная культура» в настоящее время можно отнести к числу широко распространенных. При этом многие из тех, кто его использует, подразумевают под ним нечто близкое по содержанию к формулировке ст. 87.1. «Закона об образовании в РФ». А в ней духовно-нравственная культура определяется как знания «...о нравственных принципах, об исторических и культурных традициях мировой религии (мировых религий), или альтернативные им учебные предметы...» [1].

Однако несмотря на усеченность и противоречивость этого определения, духовная жизнь не может быть ограничена просто системой знаний и мировоззренческих идей, характерных как для всего человечества, так и для его отдельного историко-культурного конгломерата, и уж тем более для одной из ее составляющих. Она включает в себе еще и процесс их деятельного воплощения в жизнь в сферах науки, искусства, политики, права, религии, образования, творческого разнообразия, морально-

нравственных отношений. Человек, ограничивающий свою жизнь в основном чувственно-эмоциональными практико-прикладными связями, обедняет свое социальное существование, подавляя способности и потребности выбирать, оценивать, верить, узнавать, творить, переживать, любить, т.е. он становится малокультурным.

В связи с этим хотелось бы заметить, что *культура* представляет собой совокупность человеческих достижений, облагораживающих существование людей во всех сферах их жизнедеятельности и закрепленных в созданных ими материальных и духовных ценностях. *Духовность* — это способность отрешиться от чувственно данного, сосредоточиться на творении идеального, основанного на внутреннем личном опыте, и созидании «оболочки» (формы) для его воплощения, закрепления, демонстрации и передачи.

Так как предметом рассмотрения являются в основном два элемента куль-

туры (религиозный и морально-нравственный), необходимо определиться и в отношении их.

Религия – мировоззрение и мироощущение, связанное с уверенностью в существовании сверхъестественного совершенства, переживание связи, зависимости и слияния с ним, а также соответствующее этим состояниям поведение. Обосновывающее ее теоретически *богословие (теология)* представляет собой варианты систематизированного изложения и истолкования религиозных доктрин, догматов, а также связанных с ними учений, в том числе и о моральных правилах и формах богочитания.

Мораль – система исторически обусловленных, периодически сменяемых (обновляемых), рекомендуемых норм, принципов, идеалов, образцов и оценок поведения людей. *Нравственность* – способность и готовность человека в условиях выбора поступка (между двумя или несколькими ценными и одновременно нереализуемыми рекомендациями) руководствоваться «меньшим злом» и нести ответственность за результаты данного выбора. А наука, изучающая закономерности функционирования морали и нравственности, это *этика*.

Без учета вышесказанного невозможно анализировать особенности взаимодействия морально-нравственной и религиозной составляющих духовной жизни социума.

Факты истории человеческого существования (насчитывающей не менее трех миллионов лет) демонстрируют ход последовательного формирования структуры и системы взаимосвязанных форм проявления духовной жизни общества. Ведь в процессе своего развития прачеловек действовал, поступал, достигал, вступал в отношения, совершал поступки. И если бы он этого не делал (пусть рефлекторно), то и не сформировался бы даже как биологический вид [2–5].

Биологи называют четыре отличительных уникальных признака человеческого вида: прямохождение, владение речью, умение пользоваться огнем и совершенствование своих вспомогательных орудий. Однако к ним необходимо добавить, как минимум, еще один – способность создавать абстрактные (не данные в чувствах) образы и умение взаимодействовать с их помощью. При этом этологи доказали, что у животных (как низших, так и высших) существует целый набор инстинктивных правил поведения, позволяющих им общаться с сородичами и чужаками [6]. Оперативное обновление, усложнение и внедрение этих правил позволяло находить выход из сложных обстоятельств, избегать угроз, учитывать риски, обходить опасности, удовлетворять потребности. Однолинейные запреты и разрешения постепенно дополнялись опытом эффективного нестандартного поведения, что по сути дела стало первыми шагами на пути к становлению нравственности, одним из условий развития интеллекта и характерных для него форм коммуникации. Выбор меньшего, но все-таки зла, стимулировало развитие способности к абстрагированию, формированию необходимых оценочных принципов, нравственных чувств и качеств. Коллективная дисциплина воплощалась в нравы и закреплялась в обычаях.

Постепенно выработался особый специфический для социума способ сохранения и передачи знаний и опыта – художественно-образный, который и в жизни каждого человека до настоящего времени тоже является первым. То, что до сих пор продолжают называть «первобытным искусством», имело в первую очередь совсем не эстетическую, а сугубо практическую направленность: сохранить на длительный срок максимально достоверные сведения об объектах (процессах, явлениях, существах или предметах), приемах действий и наиболее целесообразном поведении в возможных типичных возникающих ситуациях. Эти

изображения, кроме того, выполняли функции учебных пособий, образцов, рекомендаций. В них особо (цветом, жестом, деталями или размерами) выделялись главные, принципиальные, коренные моменты или важнейшие составляющие.

Подобным образом демонстрировались и образцы наиболее оптимальных для короткой, но динамичной и одновременно монотонной жизни наших первобытных предков манер поведения и форм поступков. При этом не надо забывать, что они свой опыт передавали и с помощью личного примера и непосредственного обучения через повторы. Для лучшего закрепления результатов эти акции нередко сопровождались абстрактным художественно-образным фоном (ритмом, гармоничным созвучием, согласованным жестикулированием).

Став привычными, нравственные умения и навыки постепенно принимали форму однозначных моральных требований, первоначально в виде табу. Относительная независимость существования абстрактных образцов, одобряемых качеств, идеальных предельных оценок способствовала обретению со временем самостоятельности в функционировании морального сознания, требования которого не всегда согласовывались с проявлениями разнообразного нравственного поведения. Эта относительная автономия впоследствии дорого стоило человечеству. Пожалуй, ни в каком другом элементе духовной культуры подобное размежевание сознательной и деятельности составляющих не приводило к такому значительному числу неоднозначных, серьезных и даже трагических последствий.

Данные палеоантропологии, археологии, этнографии, языкознания, исторической психологии, а также естествознания [4], свидетельствуют о наличии в социальной истории дорелигиозной эпохи, в рамках которой человек функционировал, не просто как умелое и разумное, но и как нравственное (а затем и

как моральное) существо. Косвенно это подтверждается общими особенностями начального (детского) периода индивидуальной жизни каждого человека.

Со временем жесткая неразрывная связь с природой, синкретический характер ранних интеллектуальных операций, строжайшие правила и приемы регулирования взаимоотношений внутри своего коллектива и за его пределами начали давать сбои. Метод «проб и ошибок», как основной в жизнедеятельности и поиске выходов из сложных положений, все менее оправдывал себя. Бедность опыта рационального существования, иерархическая система построения руководства в ранних человеческих сообществах, нарабатанная культура оперирования абстрактными художественными образами способствовали формированию в человеческой жизнедеятельности сферы иррационального.

Пирамидальная система управления на ранних этапах развития социума обеспечивала формирование представлений о непременном наличии еще более высокого структурного уровня бытия (вначале прочно связанного с природной средой). На нем должны были пребывать универсальные авторитеты и носители крайних ценностных ориентиров. Их существование не вызывало сомнения [5–7]. Подобная уверенность опиралась не на доверие (доброжелательное отношение к рекомендациям, имеющим возможность быть достигнутыми), а на особый вид веры (отсутствие сомнения в существовании недоступного). И это уже был религиозный элемент культуры. Для появления подобной формы духовности необходим был достаточно развитый интеллектуальный опыт. При этом не надо забывать, что полезные знания довольно сложно обосновывать, они долго и трудно становятся навыками, но если их облечь в ритуальную (священную, обрядовую) форму, они закрепляются быстрее и надежнее [4].

Таким образом, реализовывала себя определенная очередность усложнения

духовной жизни общества. Ее нравственно-моральная, художественно-образная и религиозная составляющие, последовательно формируясь, затем взаимопроникали друг в друга и тем самым взаимообогащались. Заметное рельефное размежевание между ними начнет наступать лишь после возникновения науки в античный период. При этом в различные исторические эпохи какая-либо из них начинала играть еще и лидирующую (но не замещающую все остальные) роль по отношению к остальным. Так, при первобытном строе подобные функции выполняла мораль, в античный период – право, в Средние века – религия, а с Нового времени и до наших дней – политика.

Традиция рассматривать вопросы причин и механизмов появления той или иной составляющей духовной культуры изолированно, автономно ото всех остальных ведется с античности. Традиционной является и склонность многих исследователей включать (или даже подчинять) разные формы проявления духовности в состав той, которой отдается авторское предпочтение. Особенно преуспели в этом представители религиозных теоретических построений.

Наиболее распространенные в настоящее время концепции происхождения религии принадлежат М. Мюллеру (мифологическая), Э. Лэнгу и В. Шмидту (прамонотеистическая), Дж. Фрэзеру и Р. Маретту (преанимистическая), Э.Б. Тайлору (анимистическая), Э. Дюркгейму (социологическая), З. Фрейду, К.Г. Юнгу (психоаналитическая), К. Леви-Строссу и Ж. Дюмезилю (структуралистическая), Р. Отто и М. Элиаде (феноменалистическая). Однако практически для всех них характерно отождествление морали и нравственности, точнее, сведение второго к первому, а затем подчинение морали религии.

И все-таки во все времена каждая из составляющих духовной культуры имела свои, именно ей присущие, служебные обязанности (функции). И хотя в целом разновидности этих функций

были типовыми (интегративная, мировоззренческая, регулятивная, познавательная, компенсаторная, коммуникативная, оценочно-императивная), реализовывались они по-разному. Морально-нравственное воздействие связано с согласованием массового поведения, реализацией требований общественной дисциплины, с предоставлением человеку возможностей для ориентации в мире поведенческих ценностей, с преобразованием моральных знаний во внутренние повеления для поступков. Воплощение религиозности сориентировано на установление особых отношений со сверхъестественными силами, являющимися объектами поклонения. На это сориентированы все культовые и внекультовые религиозные действия. Для достижения такого результата привлекаются возможности всех иных проявлений духовности и культуры.

В религиозной и морально-нравственной сферах в качестве доминирующих действуют несовпадающие приоритеты в отношении инобытия и обыденного реального существования. При этом необходимо учитывать и то, что во все времена признавалась высокая ценность и социальная необходимость морально-нравственного регулирования человеческого поведения. Нарушитель всегда знал о важности этих оценок и не отрицал их принципиальности даже при условии своего недостойного поведения. А вот отношение к ценностям религиозным, как правило, было (явно или скрыто) далеко неоднозначным. Свободомыслие, атеизм и даже богоборчество присутствовали всегда в жизни социума и шли параллельными путями с религиозностью. Кроме того, надо отметить еще одно принципиальное обстоятельство. Моральные и нравственные аспекты человеческой жизнедеятельности в малой степени зависят от количества накопленных богатств, разновидностей политического устройства и форм правления, объема знаний и заманчивости намере-

ний. При этом они не бывают оформлены организационно, не требуют никаких специальных институциональных структур для своего воплощения и функционирования. А вот религиозные параметры человеческого существования связаны с такими структурами довольно тесно, в особенности благодаря деятельности религиозных организаций.

Современный мир чреват кризисными состояниями. Об этом свидетельствуют многочисленные нравственные срывы, проявления демонстративного аморализма, намеренная компрометация поведения известных и исторических личностей и событий, незаслуженное возвеличивание одних и уничижение других, применение двойных (а то и тройных) стандартов при оценке поступков людей разного социального статуса. Под непрекращающиеся разговоры о моральных ценностях, нравственные процессы вышли из-под влияния власти, что начало губительно сказываться как на самом обществе, так и на отдельных его гражданах. Короче говоря, *прогрессирующая безнравственность* превратилась в одну из ведущих глобальных угроз современности.

Ее признание вызвало обычную, традиционную для наших дней реакцию – оживление надежды на то, что с безнравственностью в этих отчаянных обстоятельствах успешно справиться может только религия, благодаря усилиям соответствующих церквей. Но не надо забывать, что они тоже существуют в реальном мире и так же, как и все общество, испытывают влияние кризисных процессов.

Взаимоотношение религии с иными элементами культуры в истории общества выстраивалось довольно неровно. В частности, искусство длительный период времени воспринималось как формальный, хотя и принципиальный, способ воплощения религиозных идей. Право нередко функционировало в чисто религиозной оболочке (например, инквизиция). Политика, прежде всего в

теократических и клерикальных государствах, согласовывалась с требованиями церкви. В отношении науки были периоды острого противостояния и относительного сосуществования. В наши дни религиозные системы определили меру своих компромиссов с наукой, отредактировав ряд позиций и усовершенствовав серию комментариев, путем включения в них научных данных и признания определенных просчетов в действиях церкви в прошлом. Так, католическая церковь оправдала в 1992 г. Г. Галилея, с 2009 г. перестала выступать против эволюционной теории Ч. Дарвина.

Однако особо привлекательной претензией церкви является предъявление ею своих прав на мораль как на продукт, прежде всего, религиозного существования. Единственным источником морали объявляется Бог. Отождествляя нравственность с моралью, основные действующие современные религии настаивают на том, что все наиболее востребованные морально-нравственные принципы были сформулированы в рамках религиозной практики. А вера в Бога есть основной путь для включения людей в позитивные поведенческие социальные взаимоотношения. Именно в этом случае они будут способны обуздать свои низменные эгоистические склонности. Для этого необходимо уверовать в то, что если в реальном мире человек не получает достойное признание за творимое добро или наказание за причиненное зло, то он должен надеяться или быть уверен (в том числе и испытывать страх) в неотвратимости их в ином мире [8; 9].

Сами духовно-нравственные проблемы естественны и важны в любой социальной системе. Касаются они каждого человека, любого возраста и социального состояния. Осмысливая их, принимая решение, совершая поступки и неся за них ответственность, он реально живет и действует. Моральные принципы обычны и универсальны в мире на

протяжении всего его существования. Однако нравственные технологии далеко неоднозначны и болезненность их использования резко возрастает в периоды радикальных переустройств, усугубления социального неравенства, смены (или обновления) ценностных ориентиров.

Религия как особая сфера человеческой культуры и реализующие ее потребности организации в современной истории настойчиво стремятся к монопольному определению образцов духовных составляющих человеческой жизнедеятельности и степени их морального совершенства. В нашей стране в последние годы обсуждение проблем духовно-нравственной культуры обычно сводится к религиозной тематике.

При этом надежда на освобождение от откровенных проявлений безнравственности путем сосредоточения на религиозности весьма проблематична. Очевидно, что те, кто причастен к проявлениям официально признаваемой криминализации и коррупционности во властных структурах, непрофессиональному управлению почти во всех областях общественного производства, мало внятного и губительного реформированию здравоохранения, образования и науки в соответствии с западными рекомендациями, уже решили для себя нравственную дилемму в пользу безнравственности, продолжая шумно пропагандировать привлекательный моральный фон.

Особенно болезненно сказываются такие процессы на поведении молодежи. А для нее характерны (и это мировая тенденция) резкое снижение у молодого и трудоспособного населения уровня образования (в том числе и грамотности), ослабление привлекательности семейных традиций, беспомощность перед произволом и давлением средств массовой информации (в том числе и информационных), распространившееся ощущение ненадежности своего будущего и невостребованности обществом индивидуального творческого потенциала.

Чрезвычайно важно заметить, что любой элемент культуры крайне важен и значим в социальном становлении и существовании любого народа. Это имеет прямое отношение и к религии. Без веры (в том числе и религиозной) нет жизни и деятельности. Попытки игнорировать или удалять эту часть культуры является несомненными проявлениями мракобесия. Однако желание замкнуть почти все благие проявления духовности исключительно на религиозность – есть несомненная нетерпимость. И то, и другое представляют собой деструктивные процессы, в какой бы сфере духовности они себя не проявляли: в философии, фольклоре, искусстве, праве, политике, науке и, тем более, в образовании и воспитании.

Ни мораль, ни нравственность не являются исключительно религиозными ценностями, реализуясь как самостоятельно, так и через другие составляющие культуры. Возможно, именно поэтому не удается представить убедительную аргументацию для защиты представлений о господстве в духовной атмосфере дохристианской языческой Руси аморальности, темноты и убожества или о нравственном благополучии в дореволюционной России. Не получается в XXI в. и обеспечить непререкаемый авторитет богословия (теологии). Кстати, за рубежом это же пытаются реализовать через естественные и технические науки. Более того, сосредоточение внимания на отдельных составляющих сложного системного разнообразия духовной культуры напоминает насильственную идеологическую акцию.

Духовная культура нашего народа на протяжении всей своей длительной истории функционировала в условиях *многонациональности, разноразличности, этнического разнообразия и полирелигиозности*. Это всегда учитывалось в различных обстоятельствах ее исторического существования и закреплялось правовым образом. В соответствии с действующей Конституцией (1993), Россия

является светским государством. Никакая религия не может быть в ней устояновлена в качестве государственной или обязательной. Религиозные объединения отделены от государства и равны перед законом. Каждый гражданин имеет право исповедовать любую религию или не исповедовать никакой (быть атеистом). Осуждается пропаганда, возбуждающая социальную, национальную или религиозную ненависть и вражду. И это справедливо.

В современном мире уровень духовной культуры постепенно становится одним из основных показателей степени

прогрессивности общества. Происходит это вопреки официально приветствуемым критериальным приоритетам экономического, технологического, технического и политического характера. И если последние свидетельствуют в основном о материальном развитии социума, то первый демонстрирует степень его цивилизационного развития. К сожалению, эти процессы в наши дни идут нередко не просто не параллельно, но и периодически направлены в противоположные стороны.

1. Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 21.07.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2015).

2. Алексеев В.П., Першиц А.И. История первобытного общества. М.: Высшая школа. 2001. 318 с.

3. Виппер Р.Ю. История древнего мира. М.: Республика, 1993. 511 с.

4. Зыбковец В.Ф. Человек без религии. М.: Политическая литература, 1967. 240 с.

5. Токарев С.А. Религия в истории народов мира. М.: Политическая литература, 1986. 576 с.

6. Дольник В.Р. Непослушное дитя биосферы. СПб.: Паритет, 2003. 320 с.

7. Фрэзер Д.Д. Золотая ветвь. М.: Политиздат, 1983. 703 с.

8. Возможна ли нравственность, независимая от религии? / отв. ред. А.А. Гусейнов. М.: Канон+, 2012. 408 с.

9. Завалько Г.А. Проблема соотношения морали и религии в истории философии. М.: КомКнига, 2018. 216 с.

УДК 372.891:(004.738.5:(985))

А.Б. Эртель¹, О.Д. Федотова²

¹ ФГАОУВО «Южный федеральный университет»

² ФГБОУВО «Донской государственный технический университет»

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО СЕКТОРА РОССИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ СЕТЕВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

Качественные изменения на основе развития информационных технологий затрагивают сегодня все аспекты жизни людей, в том числе школьную образовательную практику. В статье рассматриваются возможности использования сетевых образовательных проектов для школьников на основе сервисов совместного доступа в процессе

изучения особенностей развития российской Арктики на уроках географии. Использование сетевых образовательных проектов в педагогической практике позволяет достигать новых образовательных результатов, заложенных в Федеральных государственных образовательных стандартах. Перспективным направлением разработки дидактического обеспечения проектной деятельности школьников является активное использование иммерсивных сред.

Ключевые слова: образование, Арктика, сетевые ресурсы, сервисы совместного доступа, образовательные проекты.

Школьное географическое образование формирует у обучающихся комплексное, системное представление о своей стране и о Земле в целом. Неслучайно в Концепции развития географического образования в РФ отмечается, что именно предмет «География» способен «успешно выполнить задачу интеграции содержания образования в области естественных и общественных наук, обеспечивая значительный вклад в повышение общекультурного уровня обучающихся» [1]. Таким образом, качественное географическое образование, среди прочих задач, призвано обеспечивать основу для подготовки будущих специалистов в областях географических наук, а также в сферах экономики, государственного, регионального и муниципального управления, обороны и безопасности, территориального планирования, в том числе развития исследований в российской Арктике.

Отклонение Комиссией ООН российской заявки на расширение внешней границы своего арктического шельфа не снизило внимания к Арктике и ее проблемам, что нашло свое отражение в «Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 года» [2]. Этот основополагающий документ был утвержден Президентом РФ в июле 2001 г. В качестве одного из главных региональных направлений морской политики РФ выделяется Арктическое региональное направление. Его важность определяется наличием свободного выхода российского флота в Атлантику, богатствами исключительной экономической зоны и континентального шельфа Российской Федерации, решающей ролью Северного флота для обороны государства с морских и океанических направ-

лений, а также возрастающим значением Северного морского пути (СМП) для устойчивого развития Российской Федерации. Все эти вопросы, согласно требованиям к предметным результатам Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС), должны быть изучены на уроках географии в 8–9 классах [3]. В тексте этого документа также определены обязательные умения, которые должны быть сформированы на уроках географии: приводить элементарные примеры использования геоинформационных систем (ГИС) в повседневной жизни, находить, извлекать и использовать информацию из различных источников географической информации (картографические, статистические, текстовые, видео- и фотоизображения, компьютерные базы данных) для решения различных учебных и практико-ориентированных задач [4]. Следует отметить, что проблемы отбора содержания географического образования и его визуализации всегда были в центре внимания российских педагогов [6].

Метод проектов является универсальным средством формирования вышеуказанных требований стандарта. В процессе реализации проекта интегрируются знания из различных школьных предметов, создаются условия для развития личностных качеств обучающихся, что позволяет школьникам пережить ситуацию успеха и активизировать процесс самореализации. Учитывая высокую мотивацию и интерес детей к работе с современными техническими устройствами, проектную деятельность школьников можно организовать на основе возможностей сети Интернет, обеспечив доступ участников образователь-

ной деятельности к компьютерам, ноутбукам, планшетах, цифровым камерам, сканерам, принтерам и другим устройствам [5]. Процесс обучения, организованный на основе сервисов совместного доступа, реализует внедрение субъектно-деятельностного подхода в образовательный процесс, что формирует высокую мотивацию участников. В материалах проекта определяется, что образовательная программа образовательной организации должна обеспечивать формирование навыков участия в учебно-исследовательской и проектной деятельности [4].

Для организации процесса обучения с использованием цифровых образовательных ресурсов и сервисов необходимо создание различных видов сетевых активностей: блогов, коллективных документов, совместных ментальных карт, страниц коллективного редактирования, групп, совместных географических карт различных объектов, лент времени и др. Именно такие сервисы используются в процессе организации сетевых образовательных проектов для школьников по изучению конкретных вопросов географической направленности. Как показала практика, такая форма организации совместной деятельности школьников востребована и привлекательна для них.

В период с 2013 г. по настоящее время были реализованы содержательные, концептуально значимые для расширения географических знаний и формирования основ научного мировоззрения обучающихся проекты научно-исследовательского и просветительского характера. К их числу относятся следующие:

- сетевой проект «Живой символ Арктики», 2013 – 2016 гг., ссылка на проект <https://clck.ru/MBBts>;

- всероссийский проект «Жемчужины Земли», 2014 г., ссылка на проект <https://goo.gl/NDd2Hw>;

- дистанционный проект «Арктика» по географии для школьников г. Москвы,

2014 г., ссылка на проект <https://clck.ru/MBBp6>;

- международный проект «Хочу всё знать!», 2015 г., ссылка на проект <https://goo.gl/Pw7eyu>;

- сетевой проект «Арктика – фасад России», 2016 г., ссылка на проект <https://newkonkurs.000webhostapp.com>;

- образовательный проект «Знакомая и незнакомая Арктика», 2018 г., ссылка на проект <https://rosuchebnik.ru/material/znakomaya-i-neznakomaya-arktika/>;

- проектная работа «Безмолвная Арктика», 2018 г., ссылка на проект <https://clck.ru/MBBsF>.

Организация и реализация сетевых образовательных проектов для школьников открывают перед педагогической теорией и практикой следующие направления и перспективы:

1. *Возможность использования открытых, бесплатных и свободных электронных ресурсов*: распространенные образовательные ресурсы и сервисы в открытом сетевом доступе предоставляют большое количество материалов из различных источников информации, которые можно использовать в учебных целях. Сетевые проекты создают сетевые сообщества обмена знаниями, которые могут предоставить для системы образования свои коллекции цифровых ресурсов и программных продуктов.

2. *Создание нового учебного содержания в сети Интернет*: использование в процессе реализации проектной деятельности новых сервисов свободного редактирования в сети Интернет принципиально упростили процесс создания учебных материалов и дальнейшую их публикацию. Сегодня каждый ученик может не только получить доступ к цифровым коллекциям, но и принять участие в формировании собственного содержания, которое может быть использовано в учебных целях.

3. *Формирование цифровой грамотности участников сетевых проектов*: среда сетевых сервисов web 2.0 и элек-

тронных ресурсов открывает принципиально новые возможности для образовательной деятельности, в которую легко вовлекаются школьники, не обладающие никакими специальными знаниями в области информационных технологий. Новые формы деятельности связаны как с поиском в сети информации, так и с созданием и редактированием собственных цифровых объектов – текстов, фотографий, учебных заданий, аудиоматериалов, видеофрагментов. Участие в новых формах сетевого взаимодействия позволяет осваивать важные информационные умения и навыки, способствующие формированию цифровой грамотности участников.

4. Наблюдение за деятельностью участников сетевого проекта или сообщества: Интернет открывает новые возможности для участия в профессиональных или сетевых образовательных проектах. Цифровая память, «облачные» сервисы расширяют не только способности мышления, но и поле для совместной деятельности и сотрудничества. Общение между обучающимися может происходить не только в форме прямого обмена высказываниями, но и в форме взаимного наблюдения за сетевой деятельностью. Из того, что количество непосредственных комментариев и мнений в процессе работы над сетевым проектом может несколько снижаться, не следует,

что обучающиеся меньше общаются. Это общение происходит при помощи информационных контентов, созданных учителем. К таким контентам можно отнести статьи, правки, фотографии, разработки дидактических материалов и методические комментарии. Новые сетевые сервисы создают новую среду общения. Чтобы узнать, чем занимаются обучающиеся, какие действия они совершают, не нужно проводить опрос или анкетирование, достаточно просто наблюдать за сетевой деятельностью в процессе реализации образовательного проекта.

Поскольку тематика многих проектов, направленных на изучение Арктики, не может быть реализована в условиях непосредственного нахождения школьников в данном физико-географическом регионе Земли, возникает необходимость разработки и активного использования в образовательном процессе, проектной и научно-исследовательской деятельности школьников дидактического потенциала иммерсивной среды. Такие ее свойства, как конструируемость, наблюдаемость, внесубъектная пространственная локализация, насыщенность позволяют создать эффекты виртуального присутствия, вовлеченности и погружения, что, в свою очередь, будет способствовать развитию интереса к исследованию и освоению Арктики.

1. Концепция развития географического образования в Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.edu.gov.ru/document/54daf271f2c570fc543d88114fa83250/>

2. Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена Президентом РФ от 27 июля 2001 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902010411>.

3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования: Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. №1897.

[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://base.garant.ru/55170507/>.

4. Примерная основная образовательная программа основного общего образования, одобренная решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 8 апреля 2015 г. № 1/15 с изменениями и дополнениями от 28.10.2015). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fgosreestr.ru/>

5. Эртель А.Б. Разработка сетевых образовательных проектов в организации внеурочной деятельности по географии // Педагогическая тетрадь: сб. статей и методиче-

ских разработок учителей географии Московской области. М.: Изд-во МГОУ, 2018. С. 102–106.

6. Fedotova O.D., Latun V.V., Okuneva I.A. Visual image of the continent in Russian textbooks on geography (1825–2013) // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2014. Т. 141. С. 731–737.

УДК 122/129

О.Н. Демченко, И.В. Демченко, Г.В. Семенов

ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

УЧЕНИЕ ПЛОТИНА О МИРЕ И НАЗНАЧЕНИИ ЧЕЛОВЕКА

В статье анализируется философская система Плотина, центром которой выступает учение о Едином (Благе) как сверхразумном и потустороннем первоначале всего сущего, конечной цели устремлений всех уровней бытия. Смысложизненная стратегия человека состоит в его духовном преобразении с целью познания Единого в акте мистического переживания. Дуалистическая антропология Плотина ограничивает процесс возвышения человека, рассматривая его как радикальное саморасчленение целостности человека – отделение божественного (духовного) от иллюзорного (плотского), отбрасывание тела и освобождение души.

Ключевые слова: Плотин, Единое, Благо, Ум, природа, душа, зло, созерцание, человек, добродетель.

Плотин (204–270) – выдающийся представитель позднеантичной философии, основатель неоплатонизма. В лице неоплатонизма античная философия преодолевает антиномию субъекта и объекта за счет возврата к мифологии – мифу о потусторонности и сверхразумности первоначала всего сущего, которое постигается посредством мистического переживания [4, с. 712–715]. В этом плане неоплатонизм выходит за рамки философии и сливается с теологией. Именно данный аспект неоплатонизма оказал наибольшее воздействие на развитие западной философии в определенные исторические периоды.

Как оригинальный мыслитель Плотин дает особое истолкование Платона, стремится по-своему преодолеть трудности и противоречия его философской системы. Хотя христианское вероучение достаточно резко диссонирует с философией Плотина, влияние его идей про-

слеживается в теоретических построениях патристики (Псевдо-Дионисий Ареопагит, Августин, Григорий Нисский). Идеи Плотина были восприняты ренессансной философией (М. Фичино, Дж. Бруно). В дальнейшем интерес к философскому наследию Плотина проявляли Дж. Беркли, представители немецкой классической философии (И. Кант, Ф. Шеллинг, Г. Гегель). И сегодня учение Плотина привлекает внимание специалистов, его идеи сохраняют свою значимость, о чем свидетельствуют исследования, посвященные анализу творчества античного мыслителя, которые появились в последнее время [2; 3; 10–12].

Философская концепция Плотина представляет собой монистический идеализм. Следуя традиции платонизма и неопифагореизма, он утверждает кардинальное противопоставление бытия чувственного космоса умопостижаемому или

истинному бытию, посредствующим звеном между ними считается Мировая душа. Новацией Плотина выступает учение о Едином как высшей силы, стоящей над сущим, выходящей за пределы бытия.

Античный философ обосновывает вариант иерархической и эманативной онтологии. Многообразие мира в проявлении различных видов бытия предполагает его единство. Но это единство не существует во многом. Плотин выносит единое за пределы много и ставит во главе иерархии сущего. В его учении Единое как сверхчувственное, сверхразумное, потустороннее первоначало выступает источником целостности и гармонии многообразного мира. Оно само по себе выше сущего и лежит за пределами всякого бытия. Единое есть нечто, от чего зависит все, но которое ни от чего не зависит и ничем не определяется. Первоединое является вечным, неделимым и неизменным, ничего не желает и ни в чем не нуждается, покоится в самом себе. Судить о Нем можно лишь потому, что создано Им. Единое отождествляется с Богом.

Построение философской системы Плотина разворачивается вокруг проблемы Блага. В этике категория «Благо» выражает нечто нравственно положительное (добро) в противоположность безнравственному (зло). Для Плотина понятие Бог и Высшее Благо являются синонимами, ибо «Когда мы говорим о Первоедином, и когда мы говорим о Добре, мы должны признать идентичность их природы [6, с. 33, 259]. В этом заключается весь пафос учения Плотина, который возвышает и обожествляет Единое, отождествляет его с Благом (Добром). Единое есть Благо, которое в силу своей активности «само себя творит и продуцирует». Тем самым этическая категория «Благо» приобретает онтологическое измерение, проявляясь на различных уровнях мироздания. Единое Плотин сравнивает с Солнцем, лучи которого создают, питают своим

светом и теплом различные уровни бытия. Оно открыто тому, кто его ищет и способен приобщиться к нему [8, с. 156, 308]. Своим всеприсутствием Первоединое формирует особую светосферу, светоносную интеллигибельную реальность, кардинально отличную от чувственно воспринимаемой реальности – она не имеет пространственной природы.

Плотин отвергает христианскую идею божественного творения мира из ничего. Единое творит мир путем эманации и имманентного саморазвертывания, с необходимостью порождая все то, что существует помимо него в мире.

Оно самораскрывает и осуществляет себя через три различные ступени – Ум, Мировую Душу и Природу. Ум – это проявление Единого в вечности, Природа – во времени, Мировая Душа – равно принадлежит и вечности, и времени. Особенность учения Плотина определяет противопоставление Единого трем его иерархическим соподчиненным структурным компонентам мировой системы. Универсум Плотина строится не снизу вверх, а сверху вниз.

Первым происходит от Единого Ум, который мыслит сам себя с помощью идей и понятий и одновременно творит их. Если Единое неделимо, то Ум включает в себя как свое внутреннее содержание множество идей и форм (красота, справедливость и т.п.), на основе которых создаются другие виды бытия. Внутренняя противоречивость Ума заключается в его раздвоении на противоположные полюса. Один из полюсов обращен к Единому как первоисточнику, а другой – к более низким уровням бытия.

Мировая Душа порождается светом Единого и располагается после Ума. В отличие от Единого и Ума, Мировая Душа существует во времени. Она также амбивалентна по своему содержанию. С одной стороны, Мировая Душа воспринимает и наполняется Умом, а с другой – она направлена на природный мир, который должна сотворить. Оставаясь целостной и неделимой, Мировая Душа выполняет

роль связывающего звена между сверхчувственной и земной реальностью. Мировая Душа едина и божественна по своей природе. Она любит Благо. Благо рождает в душе любовь. Без любви Мировую Душу никогда бы не привлек прекрасный Ум, так как красота Ума пассивна, пока не освящена светом Блага. Благодаря любви Мировая Душа превосходит Ум, но не может выйти за границы Блага, вне которого ничего нет [8, с. 123–125].

Непосредственным творением Мировой Души является Природа. Мировая Душа нисходит в эту темную и лишённую вида материю, инертную и неодушевленную массу, начало зла. Мировая Душа устанавливает и сохраняет во всем закономерный порядок, сообщает миру смысл и красоту. Все что существует в мире – результат вечного и объективного процесса истечения Единого, в ходе которого возникают различные, менее совершенные сферы бытия. При этом Единое ничего не утрачивает и остается постоянно целостным.

Эманация – это процесс постепенной деградации Абсолюта. По мере удаления от своего источника благой свет убывает и рассеивается. Процесс «истощения» блага определяется самой сущностью Единого и представляет собой необходимый аспект его бытия. Противоположным жизненным видом бытия и итогом полного исчерпания благого света выступает вещественная материя. Согласно Плотину, представить себе бытие, которое было бы совершенно лишено «причастности» Благу, невозможно: насколько нечто существует, настолько является благом. Благо не может породить не-благо.

Истечение света от Единого через Ум и Мировую Душу к природному миру, к человеку представляет путь, ведущий к нарастанию нестабильности, снижению уровня добра и усилению зла. Обосновывая иерархическое устройство мироздания, Плотин вводит представление о наличии в нем различных уровней

добра и зла. Зло истолковывается как отсутствие добра или его меньшая степень. Зло, как и благо, является объективным, располагается на разных уровнях бытия и возрастает по мере дистанцирования от Единого. Печать дуализма лежит на иерархическом устройстве бытия, в котором материальное есть самый низший порядок. Вся бытийная стратегия состоит в полном разрыве с ним и уходе от него. Все сущее стремится к Единому, но наиболее осознано это стремление проявляется у человека.

В античной философии именно Плотин впервые приходит к идее уникальности каждого человека. Для него каждый человек есть особая Вселенная, своеобразная и неповторимая личность. Уникальность личности восходит к идеальному миру, находит основу в царстве мирового разума. У Плотина «человек совпадает с разумной душой», мыслящий дух – центр нашей личности, наше подлинное «Я» [7, с. 65].

Человек выступает в качестве ключевого компонента в системе идеального и материального бытия как целостное единство духовного и телесного. Человек состоит из бессмертной души и смертного тела. До своего рождения люди были чистыми душами, элементами духовного мира. Вселившись в человека, душа замкнулась в теле и уже не является строгим подобием Души. Индивидуальность человека определяется тем обстоятельством, что душа имеет разные способности: созерцание, рассуждение, вожделение, восприятие. Каждая из них по-своему влияет на душу и тело человека, формируя его индивидуальность. В результате человек испытывает самые разные чувства и мысли.

Плотин выделяет в душе два уровня: один из них нацелен на ум, разумную жизнь, а другой – обращает душу ко всему земному, мирскому. Установка на материальное бытие деформирует душу, она перестает восприниматься людьми как божественная и бессмертная. Прио-

ритет материальных интересов над духовными загрязняет душу, ею овладевают страсти, страдания, страх, ужас. Душа становится безобразной и неправедной, наполненной вожделениями. Соединение тела и души в человеке есть зло, но оно не окончательно и преодолимо. Человеку дается шанс на спасение души.

Согласно Плотину, подлинное назначение человека заключается в осуществлении духовного процесса, в ходе которого он стремится «достигнуть и постигнуть» Первоединое – начало и вершину ступенчатой иерархии мироздания. Область истинного бытия всегда открыта для души человека, ей нужно только уметь вернуться к себе самой, познать свою подлинную природу. Возможность такого возвращения обусловлено тем, что душа не целиком выступает из умопостигаемого космоса. Процесс преобразования человека предстает как путь воссоединения с источником бытия. Только преодолевая влияние тела, душа человека способна устремиться к Уму и Единому. Тогда она отказывается от страстей и очищается от зла и начинает пребывать сама по себе, вновь наполняется разумом. Человек начинает осознавать себя духовным существом, носителем разумной души и направляется к высшему Благу.

Однако данный процесс имеет существенные ограничения. Идея целостности природы человека чужда Плотину. Антропология неоплатонизма носит дуалистический характер и утверждает абсолютную противопоставленность души и тела, их диаметрально противоположную онтологическую ценность и судьбу. В результате процесс восхождения рассматривается как полное отделение божественного (духовного) от иллюзорного (плотского), избавление от тела как балласта и освобождение души.

Плотин подчеркивает, что человек должен познать самого себя, познать свою душу и сверхзадачу своего существования. В этом деле тело считается

полностью посторонним и чуждым высшим устремлениям человека. Путь восхождения человека к главному пункту развития требует последовательного прохождения ряда ступеней: очищение души, молитвы, воспарение в мир сверхчувственный и уподобления божеству [8, с. 236].

Восхождение предполагает освобождение от чувственного и сосредоточение на уме. Однако нужно превзойти и ум, потому что речь идет о достижении предмета, который выше ума. Природа Единого «есть сама по себе сущность, отделенная от других, или, вернее, она лишена сущности, ибо она существует прежде всякой сущности, прежде движения и покоя; ибо эти свойства заключаются в бытии и делают его множественным» [8, с. 175]. В ходе познания Бога, Плотин отрицает все свойства, принадлежащие бытию, потому что любой уровень бытия обязательно множественен и не имеет абсолютной простоты Единого.

Методическое продвижение к Единому (Очищение – Совлечение – Соединение) превращает познание в духовный процесс. Проходя этот путь, душа всецело вверяет себя уму и становится умом, ибо созерцать Благо можно лишь одним чистым умом. Чтобы достигнуть цели, необходимо концентрированное вхождение ума в самого себя, в собственную непространственную глубину. Оно направлено на освобождение сознания от коррелятивной бытию множественности. Этому процессу придается круговой характер – ум постоянно возвращается к собственному источнику. Тем самым Плотин интеллектуализирует процесс возвышения человека. Проникая в природу своего мышления, человек духовно самоопределяется в окружающем мире и обретает подлинное бытие. В этом плане философия Плотина предстает как методология самопознания, посредством которого человек выходит в духовную реальность, ментальное творчество из источника Души [12, с. 148].

С точки зрения Плотина, благая жизнь присуща не каждому человеку, т.к. это жизнь согласно природе души, обращенной к уму и добру. Он полагает, что смерть нельзя признать злом, ведь она разрушает тело, но не душу. Существование души после смерти тела является благом в той мере, в какой душа без тела более способна реализовать свое продвижение к Благу. Если душа человека становится частью Мировой Души, то никакое зло не может быть к ней причастно. Зла нет для души, которая сохраняет свою чистоту и силу добра побеждает зло. Если же душа не может быть независимой от тела, тогда не смерть, а жизнь будет для нее злом. В обществе существование добра и зла выступает продуктом воздаяния за человеческие действия. Поэтому причина зла лежит в самих людях – в обособлении их душ от Бога, в их желании жить только по своей воле.

Грехопадение человека – это забвение Бога, которое связано с эгоизмом наших душ и стремлением обрести независимость от Божественного Первообраза. Оторваться от чувственного мира и выйти на духовный уровень существования мешает человеку не ненависть к телу, а его тревоги и переживания по поводу тела, забота о собственном теле и даже воспоминания о нем [1, с. 67]. Парадоксальность человеческого бытия заключается в том, что, побывав в духовном мире, человек не может остаться в нем. Однако он не в силах остаться и в материальном мире, в обычной жизни, которая кажется людям, не познавшим экстаз нормальной, а не мучительной и противоположенной.

После акта соединения с Богом человек уже не принадлежит ни к области божественной, ни к области земной. Различие между высшим и низшим мирами не исчезает в дальнейшей земной жизни человека, потому что даже кратковременное мистическое переживание не забывается. Испытав его, человек становится другим, обретает свое подлинное

«Я». Тем не менее необходимо научиться жить такой жизнью в повседневности, которая бы располагала к созерцанию, к принятию божественного присутствия. Это трудная и напряженная духовная работа, направленная на внутреннее очищение, опрощение и воссоединение с Абсолютом. Это результат целенаправленных усилий человека по изменению себя и своего отношения к действительности, его стремления соответствовать духовному идеалу.

Зло существует в порядке вещей и согласуется с природой в масштабе Вселенной. Зло – это темный фон, на котором проявляются Божественная мудрость и справедливость. Оно неизбежное украшение мира, который есть театр, а жизнь – мировая драма. Вместе с тем, указывает Плотин, зло не всегда играет для человека отрицательную роль. В этом плане большое значение приобретает умение извлекать пользу из зла. Встреча со злом, опыт зла часто облегчают понимание добра, дают более ясное представление о благе. Более того, моральное зло, или грех, приносит пользу всем людям, потому что позволяет проявиться Божественной справедливости и заставляет людей сохранять бдительность, побуждает противостоять распространению зла. Для Плотина ценность жизни заключается в ее духовности. Забывая о благе, люди ведут бессмысленную жизнь. Нельзя требовать, чтобы все люди вели праведную жизнь. Но стремление к Мировому разуму и Благу возможно для каждого человека, если избрать добро и прекрасное в качестве жизненных ориентиров, центра своей жизни.

Опираясь на учение Платона, Плотин утверждает неразрывную взаимосвязь знания и нравственности. Знание приближает нас к Богу, если оно служит добру. В этом смысле философия – это искусство жизни и наука о смерти. Земная жизнь – это благо в той степени, в которой нам удалось не попасть под власть зла, и смерть – это, скорее, благо,

поскольку освобождает нашу душу от тела. Заниматься философией – это значит умирать для земной жизни и духовно жить – соединяться умом с Богом. Подлинное блаженство полностью связано с интеллектуальной деятельностью. В этом плане для Плотина дело философии есть духовная практика, а духовная практика есть занятие философией.

Плотин постоянно подчеркивает, что «без добродетели Бог – только слово». Добродетель – это путь к Богу, а доброта – это уподобление Богу, ибо Бог есть Высшее Благо (Добро). Кто не причастен хоть сколь-нибудь добродетели, тот не может сделать даже первый шаг в направлении высшего мира. Задача добродетели состоит в том, чтобы совершить поворот от чувственного мира к сверхразумному бытию. Добродетель – это опыт соединения с Богом. Добродетель – деятельность души, очищающей себя от греха, «сборка» души на основе руководства разума. Добродетель, родившаяся в душе и неуклонно идущая к цели и разумению, показывает нам Бога. Смысл жизни заключается в созерцании Бога. Счастье – это полнота духовной жизни, жизни по законам Духа, а чувственная жизнь – искаженное отражение духовной жизни, ее жалкая тень.

Плотин выделяет добродетели природные и созерцательные. Природные добродетели определяются влиянием тела на душу. Мужество, воздержанность, здравомыслие и другие природные добродетели формируются благодаря привычкам и моральным правилам. Они регулируют отношения между людьми и выполняют важную нравственную роль – способствуют очищению души от похоти и скверны. Природные добродетели выступают необходимой ступенью на пути достижения созерцательных добродетелей.

Созерцательные добродетели направляют активность человека на вечное, восходят к Уму и Единому как источнику всего доброго и прекрасного

[9, с. 143, 149]. Добродетель порождается созерцанием и ведет к созерцанию. Тот, кто выходит из состояния созерцания, должен пробудить в себе добродетель. Плотин подчеркивает, что к Богу приведет только внутреннее преобразование человеческой сущности, когда душа действует только на основе разума и добродетели. Чем больше душа ориентируется на Благо, тем быстрее она забывает о здешнем мире. Таким образом, утверждается спиритуалистический путь спасения, преодоления земного бытия.

Единое невыразимо в силу своего бесконечного богатства и полноты, к нему не может относиться ничто из области конечного. Единое нельзя постигнуть с помощью чувственного опыта или рационального дискурса, т.к. душа, воспринимая какой-нибудь предмет посредством знания, не приближается, а удаляется от единства. Духовное знание мистично и экстатично, а не рационально. Поэтому следует прибегать к экстазу, в котором человек полностью поглощается объектом и составляет с ним одно целое, где всякая множественность исчезает, где субъект больше не отличается от своего объекта. Таким образом, метод Плотина состоит в устранении множественности и достижении абсолютного единства, находящегося за рамками бытия, ибо бытие связано с последующей Единому множественностью.

Непознаваемость Бога сближает Плотина с апофатическим способом богопознания христианства. Сущность апофатики состоит в последовательном отрицании относительно Бога не только чувственных признаков, но и мысленных атрибутов и утверждении его за пределами всякого понимания, тождественности «недостигаемого света» с «божественным мраком». Любые положительные признаки не имеют никакого значения перед лицом сверхприродности Бога. Непознаваемость Бога становится высшей точкой его постижения. Поэтому Единое не есть ни бытие, ни красота, ни мысль, ни жизнь. Более применимы к

нему понятия Сверх-бытие, Сверх-красота, Сверх-мысль, Сверх-жизнь, которые через превосходство и совершенство выражают отрицание.

Вместе с тем мистический мистицизм Плотина противостоит христианскому персонализму, ибо библейский Бог – это живой Бог Откровения, Абсолютная Личность, а не безликое и абстрактное Начало. Экстаз Плотина представляет собой «упрощение» – сведение бытия к абсолютной простоте объекта созерцания. В этом смысле Бог Плотина непознаваем именно в силу простоты, которая не может примириться с многообразием действительности, поражающей всякое познание. Для неоплатонизма Бог все же является каким-то объектом, чем-то положительно определяемым, непознаваемость которого держится на ограниченности нашего рассудка, скованного множественностью. Соединение у Плотина означает осознание первичного онтологического единства человека и Бога, возвращение к исходному, истинному состоянию.

Для христианства экстатическое соединение с Богом означает выход из сферы тварного. Это обретение принципиально нового состояния, предполагающее не возврат, а продвижение вперед, целый ряд преобразований, переход от тварного к нетварному, процесс, захватывающий целиком человека, когда он полностью принадлежит Богу и в этом соединении становится обожжённым [5, с. 31].

Благо можно только пережить во время экстаза – высшего сверхразумного созерцания, когда душа способна отделиться от тела и слиться со сверхбытийным Единым. Душа единосущна Богу, в мистическом экстазе она «соединяется воедино с Ним», Бог и душа становятся единым целым. Экстаз предполагает предварительное очищение души, которая проходит все этапы добродетельной жизни и возвышается над сферой Ума до Единого. Затем душа опять возвращается вниз, в посюстороннюю реальность.

Упражняясь в добродетели, душа вновь восходит к Уму, а затем снова ищет союза с Богом. Процесс нисхождения и восхождения души имеет круговой характер, пока душа находится в человеческом теле.

Согласно Плотину, мистический опыт находится не только за гранью логики – существование Бога нельзя доказать, ибо Бог выше всякого бытия, но и за гранью времени. Бог есть вечное Единое, неизменный Абсолют. Вечность бесконечна и невыразима, время – это текущий образ вечности, оно циклично, ее закон необратимость и изменчивость. Вечно Единое и процесс его самораскрытия, круговое движение Природы, неизбежно зло в действительности. Но данный вывод не лишает Плотина оптимизма в отношении мира и человека. Для него человек является существом незавершенным, находящимся в постоянном процессе становления. Он создается непрерывно, снова и снова в каждой жизненной ситуации. Эта постоянная создаваемость и задана для человека представлением о смысле жизни – Едином.

Кроме этого, сам по себе факт существования в мире зла не означает лишения мира божественного попечения и разумного плана. Человек обладает духовной свободой и независимостью, поэтому ничто и никто не имеет власти над благой душой. Философ утверждает, что духовный мир находится внутри нас, и он ведет нас к Богу, ибо, если бы в мире отсутствовал Бог, Его не было и в нас. Поэтому наша истинная отчизна (высший мир) всегда рядом с нами. Философ призывает «бежать в дорогое отечество» – возвратиться к прошлому, к собственному первоистоку. Подлинное предназначение человека состоит в том, чтобы отбросить все чувственное и интеллектуальное, очиститься от всего земного, освободиться от власти времени и воссоединиться с умной вечностью, а затем возвыситься до Единого.

Таким образом, учение Плотина характеризует обоснование модели духовной практики неоплатонизма, убежденность в бессмертии души, стремление объяснить зло в мире. Высшая цель философии – соединение души с Богом, который открывает себя как Благо, Кра-

соту и Истину. Через аскезу и нравственную жизнь человек очищает душу (катарсис) и возвращается к Богу как Благоу. Через любовь к прекрасному человек восходит к Богу как Красоте. Через умозрение и созерцание человек постигает Бога как Истину.

1. Адо П. Плотин или простота взгляда. М.: Греко-латинский кабинет Ю.А. Шичалина, 1991. 142 с.

2. Берестов И.В. Свобода в философии Плотина. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. 381 с.

3. Брейе Э. Философия Плотина. М.: Владимир Даль, 2012. 416 с.

4. Лосев А.Ф. История античной эстетики. Поздний эллинизм. Т. VI. М.: Фолио, АСТ, 2000. 960 с.

5. Лосский В.Н. Очерки мистического богословия Восточной Церкви. Догматическое богословие. М.: СЭИ, 1991. 288 с.

6. Плотин. Космогония. М.: REFL-book; Киев: Ваклер, 1995. 304 с.

7. Плотин. Шестая Эннеада. Трактаты I–V. М.: Изд-во О. Абышко, 2016. 478 с.

8. Плотин. Шестая Эннеада. Трактаты VI–IX. М.: Изд-во О. Абышко, 2016. 416 с.

9. Плотин. О добродетели // Вопросы философии. 2002. №8. С. 140–150.

10. Рист Дж. М. Плотин. Путь к реальности. СПб.: Изд-во О. Абышко, 2005. 250 с.

11. Смирнов Ю.Е. О философии Плотина. СПб.: Издательский проект «Quadrivium», 2017. 704 с.

12. Шлемова Н.А. Философия как самопознание. Плотин // Вестник МГПУ, серия «Философия». 2012. №6. С. 143–149.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Рассматриваются обеспечение экономической безопасности субъектов северного макрорегиона Российской Федерации на региональном уровне, текущее состояние социально-экономического развития северного макрорегиона. Представлен анализ законодательных документов субъектов Российской Федерации, относящихся полностью или частично к макрорегиону Крайний Север, в которых присутствует информация об экономической безопасности развития территории.

Ключевые слова: экономическая безопасность, социально-экономическое развитие северного макрорегиона РФ, механизм обеспечения экономической безопасности.

В настоящее время для всех субъектов РФ характерно отсутствие системности в решении проблем обеспечения экономической безопасности, в том числе для северного макрорегиона. Результаты исследования обеспечения экономической безопасности на региональном уровне показывают, что пока элементы обеспечения экономической безопасности не будут регламентированы законодательно, системный подход к управлению обеспечением экономической безопасности в регионах не будет реализован.

Основным регулирующим документом механизма управления обеспечением экономической безопасности в регионах должна быть Концепция экономической безопасности региона. Из всех исследуемых субъектов РФ, относящихся полностью и частично к макрорегиону Крайний Север, данный документ был разработан только в Республике Коми в 1988 г., но утратил силу в связи с изданием Указа Главы РК от 28.02.2003 г. №48.

Целью Концепции экономической безопасности Республики Коми является обеспечение такого уровня развития экономики, при котором создаются

приемлемые условия для жизни и развития личности, социально-экономической и политической стабильности общества.

Задача Концепции состоит в создании системы обеспечения экономической безопасности республики, включающей в себя:

- определение и характеристику угроз экономической безопасности;
- разработку критериев и параметров безопасного развития экономики;
- установление порядка проведения оценки состояния экономической безопасности и учета ее результатов органами управления;
- определение мер государственного воздействия, направленных на предотвращение возникновения и своевременное устранение угроз экономической безопасности [1].

На данный момент этот документ утратил силу, а новый вариант отсутствует.

В дальнейшем была принята экономическая программа республики. В ней закреплены возможности оперативного выявления и предупреждения угроз экономической безопасности Республики Коми (Указ Главы Республики Коми от

19 марта 2001 г. №120 «Об Экономической программе Правительства Республики Коми на 2001–2005 годы»).

В Стратегии социально-экономического развития Республики Коми до 2030 г. раскрываются обеспечение безопасности жизнедеятельности, повышение безопасности дорожного движения, экологической безопасности, но упоминание об экономической безопасности республики отсутствует.

Что касается программ по безопасности, то действовала региональная программа Республики Коми «Обеспечение правопорядка и безопасности в Республике Коми на 2016 год». Утратил силу с 1 января 2017 г. на основании Постановления Правительства РК от 31.10.2016 №517. Реализуется государственная программа «Защита населения и территорий Республики Коми от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах». В остальных регионах отсутствует Концепция экономической безопасности. Но это не говорит о том, что проблемы обеспечения экономической безопасности не отражены в других документах.

Мурманская область. В Стратегии социально-экономического развития Мурманской области до 2025 г. упоминается об уровне экономической, продовольственной, общественной безопасности, также о рисках и угрозах экономической безопасности. В Постановлении от 05.01.2001 №2–ПП «Об утверждении Положения о комитете экономической безопасности администрации Мурманской области», которое утратило силу, а также в Постановлении Губернатора Мурманской области от 21.03.2014 №36–ПГ «Об Экономическом совете при Губернаторе Мурманской области» представлено: «Выявление системных рисков экономического развития, прогнозирование их возникновения и подготовка предложений по их предотвращению и минимизации возможных последствий» [2].

Реализуется «План мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности Мурманской области», в котором утверждены следующие мероприятия: формирование механизмов участия Мурманской области в государственно-частных партнерствах, формирование условий для реализации кластерных инициатив Мурманской области, оказание государственной поддержки малому и среднему предпринимательству и др. Отчет по реализации этих мероприятий представляется каждый месяц.

Действуют программы только по следующим видам безопасности области: государственная программа Мурманской области «Обеспечение общественного порядка и безопасности населения региона» и федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года».

Архангельская область и НАО. Угрозы безопасности экономического развития представлены в Стратегии социально-экономического развития Архангельской области до 2030 г. Действуют государственная программа Архангельской области «Защита населения и территорий Архангельской области от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности на водных объектах (2014–2017 годы)» и целевые программы Архангельской области «Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности Архангельской области» на 2006–2008 годы».

Республика Карелия. В Концепции социально-экономического развития Республики Карелия на период 2002–2006–2010 гг. имеется раздел «экономическая безопасность».

Целью в Концепции социально-экономического развития 2002 г. является создание максимально благоприятных условий предотвращения внешних и

внутренних угроз экономической деятельности и активная борьба с «теневой» экономикой. *Цель 2006 г.* – создание условий для получения максимально возможного возврата валютных средств, в первую очередь, от экспорта лесопродукции.

Основные задачи, представленные в Концепции: укрепление доверия к власти, предсказуемость экономической политики; формирование нового позитивного отношения к отечественным предпринимателям; создание благоприятных условий для бизнеса; выработка системы согласованных действий правоохранительных и контрольных органов.

Механизмы реализации, используемые при реализации Концепции: проведение воспитательно-разъяснительной работы с налогоплательщиками; подготовка предложений по совершенствованию валютного, банковского, налогового и иного экономического контроля; содействие превращению вывезенных капиталов в инвестиционный ресурс региона; разработка мер, стимулирующих инвестирование капитала в стадию производства; выявление криминальных связей фирм и физических лиц с организованными преступными группами, дельцами «теневых» бизнеса, коррумпированными чиновниками [3].

Основные факторы и риски социально-экономического развития республики определены в Стратегии социально-экономического развития Республики Карелия до 2020 г. Это исчерпание потенциала экспортно-сырьевой модели экономического развития, низкая стоимость производственных факторов – рабочей силы, топлива, электроэнергии, технологической отсталости, демографический кризис и т.д.

Красноярский край. В Стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 г. представлено: «На сегодняшний день основной угрозой для развития края является консервация сложившейся структуры экономики с преобладанием добывающего сектора

и низкой долей сектора переработки и инноваций. В случае ее сохранения край и впредь будет ограничен в своем развитии высокой зависимостью от неустойчивой конъюнктуры на мировых рынках цветных металлов и углеводородов. Наряду с угрозой сохранения неэффективной и высокорисковой структуры экономики негативно повлиять и замедлить перспективное развитие края могут недостаток инвестиционных вложений в экономику края и низкие темпы преодоления инфраструктурных ограничений» [4].

Ямало-Ненецкий автономный округ. Концепция экономической безопасности отсутствует.

В Стратегии социально-экономического развития ямало-ненецкого автономного округа до 2020 г. определены показатели, характеризующие решение поставленных задач по обеспечению безопасности граждан и ожидаемые результаты:

- снижение уровня преступности в автономном округе с 1770 преступлений на 100 тыс. населения в 2011 г. до 1606 преступлений на 100 тыс. населения в 2020 г.;

- снижение уровня смертности от дорожно-транспортных происшествий в автономном округе с 13 случаев на 100 тыс. населения в 2011 г. до 9 случаев на 100 тыс. населения в 2020 г.;

- увеличение доли воды от общего объема воды, пропущенной через водоочистные сооружения, очищенной до нормативного значения, с 90,93% в 2011 г. до 98,91% в 2020 г.;

- снижение отношения количества погибших на пожарах на 10 тысяч населения автономного округа к аналогичному общероссийскому показателю со 112% в 2011 г. до 105% в 2020 г. [5].

Показатели и ожидаемые результаты экономической безопасности республики отсутствуют.

Республика Саха (Якутия). Действуют Концепции информационной и экологической безопасности. Концепция

экономической безопасности республики отсутствуют.

Стратегическая цель социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) – геополитически значимый лидер Дальнего Востока и Арктической зоны Российской Федерации, комфортный и безопасный для полноценной реализации человеческого капитала регион с чистой природой, магнит технологий для жизни в условиях низких температур и обширных территорий – определена в Стратегии социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) [6].

Чукотский автономный округ. Концепция экономической безопасности округа отсутствует. Действует Концепция информационной безопасности, которая разработана в целях обеспечения национальной безопасности, безопасности развития с учетом экономических

возможностей Чукотского автономного округа [7]. Действуют программы по безопасности: государственная программа «Обеспечение охраны общественного порядка и повышения безопасности дорожного движения в Чукотском автономном округе на 2016–2020 годы» и государственная программа «Предупреждение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и обеспечение пожарной безопасности в Чукотском автономном округе на 2015–2019 годы».

В таблице представлен анализ законодательных документов субъектов Российской Федерации, относящихся полностью или частично к макрорегиону Крайний Север, в которых присутствует информация об экономической безопасности развития территории. По данным таблицы видно, что основного регулирующего документа по экономической безопасности в этих субъектах РФ нет.

Перечень законодательных документов, в которых присутствуют разделы, абзацы об экономической безопасности развития территории

Субъекты РФ	Концепция экономической безопасности	Стратегия социально-экономического развития до 2030 г.	Другие документы
Мурманская область	Отсутствует	Упомянуется об уровне экономической, продовольственной, общественной безопасности	Упомянуется о рисках и угрозах экономической безопасности в Постановлении от 05.01.2001 №2–ПП «Об утверждении Положения о комитете экономической безопасности администрации Мурманской области», которое утратило силу, также в Постановлении Губернатора Мурманской области от 21.03.2014 №36–ПГ «Об Экономическом совете при Губернаторе Мурманской области», в Плане мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности Мурманской области представлены мероприятия по экономическому и социальному росту
Архангельская область, в т.ч. Ненецкий автономный округ	Отсутствует	Представлены угрозы безопасности экономического развития	–

Окончание табл. 1

Субъекты РФ	Концепция экономической безопасности	Стратегия социально-экономического развития до 2030 г.	Другие документы
<i>Республика Карелия</i>	Отсутствует	Определены основные факторы и риски социально-экономического развития республики	В Концепции социально-экономического развития Республики Карелия на период 2002–2006–2010 гг. имеется раздел «экономическая безопасность»
<i>Республика Коми</i>	Был разработан в Республике Коми в 1988 г. Утратил силу в связи с изданием Указа Главы РК от 28.02.2003 г. №48	Упоминание о экономической безопасности республики отсутствует	Была принята экономическая программа республики. В ней закреплены возможности оперативного выявления и предупреждения угроз экономической безопасности Республики Коми (Указ Главы Республики Коми от 19 марта 2001 г. №120 «Об Экономической программе Правительства Республики Коми на 2001–2005 годы»)
<i>Красноярский край</i>	Отсутствует	Представлена основная угроза для развития края на сегодняшний день	–
<i>Ямало-Ненецкий автономный округ</i>	Отсутствует	Определены показатели, характеризующие решение поставленных задач по обеспечению безопасности граждан и ожидаемые результаты	–
<i>Республика Саха (Якутия)</i>	Отсутствует	Стратегическая цель социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) – геополитически значимый лидер Дальнего Востока и Арктической зоны РФ, комфортный и безопасный для полноценной реализации человеческого капитала регион	–
<i>Чукотский автономный округ</i>	Отсутствует	–	Концепция информационной безопасности округа разработана в целях обеспечения национальной безопасности, безопасности развития с учетом экономических возможностей Чукотского автономного округа

Были попытки законодательно регламентировать обеспечение экономической безопасности в Республике Коми. В разработанной Концепции экономической безопасности республики (1988 г.) были четко прописаны угрозы, составляющие оценки, меры по предотвращению угроз и действия органов власти в сфере экономической безопасности. Но в 2003 г. данный документ утратил свою силу.

В настоящее время, практически во всех субъектах макрорегиона, в основных стратегических документах и программах более подробно описываются

обеспечение общественной, экологической, пожарной безопасности и безопасности дорожного движения. Об экономической безопасности лишь упоминается при описании угроз и рисков, т.е. во всех документах чувствуется относительная оторванность от категорий экономической безопасности территории, например, практически не определены основные элементы экономической безопасности региона.

Большее внимание вопросам обеспечения экономической безопасности уделено в документах только в трех регионах: более подробно об основной угрозе

развития территории сказано в Стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 г. В положении об «Экономическом Совете» Мурманской области прописано о прогнозировании рисков развития области и планировании мер по их минимизации. В Концепции социально-экономического развития Республики Карелия на период 2002–2006–2010 гг. имеется раздел, посвященный экономической безопасности республики.

Исходя из полученных результатов видно, что во всех субъектах РФ макро-региона на данный момент отсутствует Концепция экономической безопасности, в которой обычно четко прописан механизм управления обеспечением данной безопасности. Соответственно, можно сделать вывод о том, что без законодательной регламентации обеспечения данного процесса, можно абсолютно уверенно говорить об отсутствии системы обеспечения экономической безопасности данных регионов. Отсутствуют основные составляющие механизма управления обеспечением данной безопасности, что подтверждается присутствием во всех стратегических документах относительной оторванности от категорий экономической безопасности развития территории: мониторинговые исследования, система показателей и пороговые параметры экономической безопасности в аспекте изучаемой безопасности.

Мониторинговые исследования социально-экономических показателей развития региона и достижения целевых показателей социально-экономического развития региона по Указам Президента, в которых присутствуют некоторые показатели экономической безопасности, ведутся в этих регионах и представляют следующее:

1. Мониторинг проводится каждый месяц путем сравнения данного месяца текущего периода с аналогичным месяцем прошлого периода в относительном

выражении. По данным квартала, полугодия, девяти месяцев и года выявляются тенденции основных показателей социально-экономического развития региона. Указываются причины снижения или роста данных показателей.

2. Данные мониторинги должны выявить угрозы экономической безопасности региона и спрогнозировать их последствия. Они выделяются в существующих мониторингах как угрозы для «социально-экономического развития территории и не конкретизируются в аспекте экономической безопасности. Цель этих мониторинговых исследований – опережающая оценка проблемных факторов, влияющих на социально-экономическое развитие, и принятие оперативных и превентивных мер по минимизации их последствий». Поэтому отсутствуют система показателей и пороговые параметры, отражающие приближение этих угроз в сфере экономической безопасности.

Анализ текущего состояния социально-экономического развития выявил перечень угроз, существующих в северном макрорегионе:

1. Низкий уровень диверсифицированности структуры экономики:

- преобладание сырьевой направленности экономики, например, моноотраслевой характер экономики Ямало-Ненецкого автономного округа

- преобладание предприятий топливно-энергетического комплекса (ЯНАО), г. Воркута Красноярского края – угледобыча, НАО – нефтегазовый сектор, Мурманская область производит 100% апатитового, нефелинового и бадделеитового концентратов, является крупнейшим производителем никеля и т.д.;

- сокращение объема запасов и рост доли трудноизвлекаемых запасов природных ресурсов (например, угледобывающее предприятие в г. Инте Республики Коми, месторождения Надым-Пур-Тазовского междуречья ЯНАО и др.);

- свертывание производства в особо важных отраслях производства (лесопромышленного, газодобывающего, обрабатывающего Республики Коми, ЯНАО и т.д.);

- высокая материало-энергоемкость добычи и обработки природных ресурсов;

- низкий уровень производительности труда.

2. Автономность экономики региона:

- пространственная оторванность от основных рынков сбыта продукции, удаленность районов заготовки и добычи ресурсов от центров переработки, например, НАО – единственный регион Европейской части России, в котором отсутствуют автомобильный и железнодорожный сообщения с другими субъектами РФ;

- замкнутость сбыта основных производств на конкретный рынок (например, Череповецкий МК, ОАО «НЛМК», ОАО «ММК», ОАО «Мечел» и ОАО «ХК «Металлоинвест» – основные заказчики угольной продукции ОАО «Воркутауголь»);

3. Низкая инвестиционная привлекательность:

- дефицит финансовых ресурсов, сложности с привлечением кредитных ресурсов при реализации инвестиционных проектов;

- высокая налоговая нагрузка на бизнес;
- недоступность привлечения средств из государственных институтов развития;
- дефицит крупных инвестиционных проектов.

4. Низкий уровень развития инфраструктурной базы:

- высокий уровень износа основных фондов экономики и социальной сферы;

- несоответствие транспортной инфраструктуры потребностям организаций и населения;

- отсутствие современной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры;

- низкая обеспеченность сетей социального обслуживания населения.

5. Сокращение численности населения:

- отток трудовых ресурсов, особенно квалифицированных специалистов;

- уровень средней заработной платы не соответствует экстремальным условиям жизни;

- соотношение МРОТ и средней заработной платы не соответствует установленным стандартам МОТ;

- доля населения, живущего за порогом бедности, не соответствует установленному пороговому параметру;

- рост уровня безработицы.

6. Несовершенство институционального обеспечения:

- не обозначены четко субъекты институционального обеспечения экономической безопасности;

- не определены методы государственного регулирования на всех уровнях управления экономической безопасностью;

- несовершенство государственной региональной политики в сфере экономической безопасности, особенно в северном макрорегионе (не учитывается специфичность социально-экономического развития регионов Крайнего Севера);

- отсутствие законодательной базы по экономической безопасности региона;

- несовершенство механизма обеспечения экономической безопасности региона.

Для реализации действительно необходимого мониторинга по экономической безопасности необходимо сформировать систему основных показателей, которая может оценить угрозы, а также поможет сформировать комплекс мер по профилактике, ликвидации и снижению степени влияния возникших угроз на экономическое развитие региона.

Из-за отсутствия сформированной системы показателей и пороговых параметров экономической безопасности в регионах Арктической зоны необходимо разработать перечень основных показателей для оценки состояния данной безопасности развития территорий северного макрорегиона.

1. О концепции экономической безопасности Республики Коми: указ главы Республики Коми от 04.06.1998. №209.

2. Об Экономическом совете при Губернаторе Мурманской области: Постановление Губернатора Мурманской области от 21.03.2014 №36–ПГ.

3. Концепция социально-экономического развития Республики Карелия на период 2002–2006–2010 гг.: Постановление законодательного собрания Республики Карелия 25 декабря 2002 г. №405–III ЗС.

4. Стратегия социально-экономического развития Красноярского края до 2030 г.

5. Стратегия социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа до 2020 г.: Постановление Законодательного Собрания Ямало-Ненецкого автономного округа от 14 декабря 2011 г. №839.

6. Стратегия социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) до 2030 г.

7. Об утверждении Концепции информационной безопасности Чукотского автономного округа: Распоряжение от 4 мая 2010 г. №56–рг.

УДК 332.14/15(571.511)

Р.А. Кулян

ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт»

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТЕХНОПАРК КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО КЛИМАТА И БИЗНЕС-СРЕДЫ МОНОГОРОДОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В статье обосновывается актуальность и рассматривается процедура запуска проекта промышленного технопарка в моногороде Норильск. Делается акцент на действенных способах развития инвестиционного климата и бизнес-среды промышленной территории.

Ключевые слова: инвестиции, промышленный технопарк, моногород, Норильск, градообразующее предприятие, институты поддержки малого и среднего бизнеса.

В настоящее время экономика страны находится в стадии трансформации, ее сырьевая экспортно-ориентированная модель модифицируется на принципах импортозамещения, повышения глубины переработки ресурсов, формирования высокотехнологического сектора, что положительно сказывается на обеспечении устойчивости социально-экономических систем промышленных территорий. Одним из инструментов достижения позитивных результатов стало создание особых экономических зон со специальными режимами функционирования хозяйственных

субъектов (в т.ч. территории опережающего социально-экономического развития) в подавляющей части регионов страны. С середины 2000-х активизировались процессы локализации производств в технопарках.

Технопарки – это, по сути, совокупность объектов промышленной и технологической инфраструктуры, позволяющей за счет предоставления базовых и уникальных сервисов со стороны управляющей компании повышать эффективность инновационной деятельности предпринимателей. Для резидентов технопарков часто открываются возможно-

сти кооперации с крупными интегрированными компаниями и их интеллектуальными партнерами, а применение современных технологий производства позволяет оперативно получать государственную поддержку.

По данным государственной информационной системы «Индустриальные парки. Технопарки. Кластеры», по состоянию на 2019 г. в России насчитывается 60 технопарков, 57% из которых созданы частными инвесторами, 30% за счет государственных ресурсов, 13% имеют смешанную форму собственности [1].

Общая площадь земель, занятая инфраструктурой технопарков, составляет 896 га (14,8 га/парк). В целом для размещения резидентов создано 1400 тыс. м² помещений, из которых 17,6% остаются незанятыми. На территории технопарков в совокупности функционирует 3331 резидент, где работают порядка 35 тыс. человек. Следует отметить, что большая часть технопарков территориально сосредоточена в г. Москве (13 ед.) и Московской области (18). Можно выделить также Республику Татарстан (4), Воронежскую и Свердловскую области (по 3) (рис. 1).

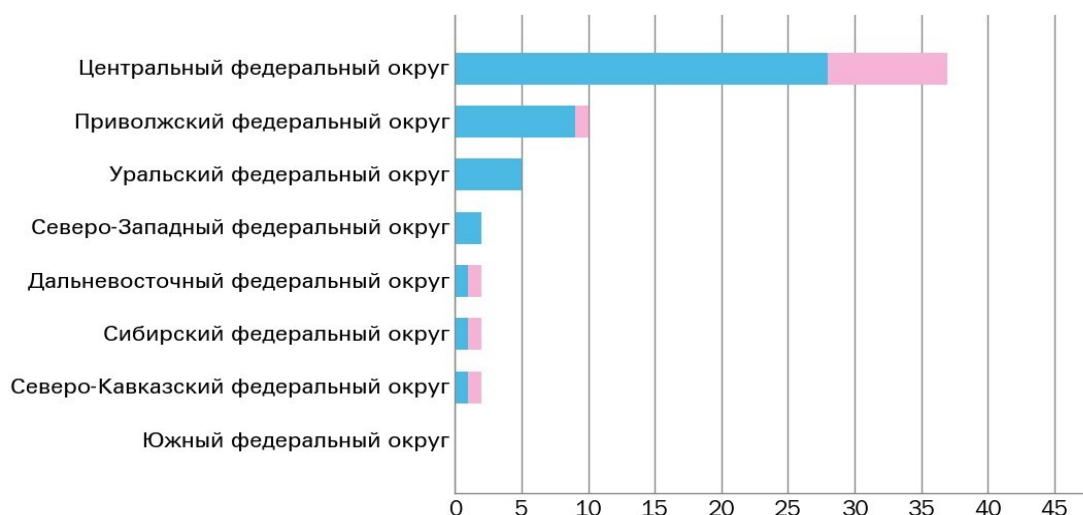


Рис.1 География технопарков, ед. (прирост показывает количество технопарков в стадии создания)

В 2019 г. 27 технопарков стали участниками различных программ поддержки: в 21 технопарке резиденты имеют специальные региональные льготы, 7 технопарков находятся в ОЭЗ и ТОСЭР, входят в инфраструктуру промышленных кластеров [2].

Перспективность развития технопарков подтверждается активной нормотворческой деятельностью последних лет. Так, если в 2014 и 2015 гг. было принято 5 нормативно-правовых документов, регламентирующих деятельность технопарков, то в 2018 и 2019 гг. принято 2 и 6 нормативных актов соответственно

(рис. 2). Дополнительным стимулом к развитию институциональной основы создания технопарков послужила реализация широкой программы национальных проектов, в особенности по экономическому направлению [3].

С 2019 г. промышленные технопарки включены в механизмы поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП), а их создание финансируется за счет целевой программы, предполагающей обеспечение льготного доступа субъектам МСП к производственным площадям и помещениям для организации инновационной деятельности.

1	ПРИКАЗ МИНЭКОНОМРАЗВИТИЯ РОССИИ ОТ 14 ФЕВРАЛЯ 2018 ГОДА №67	ФЕВРАЛЬ, 2018
2	РАСПОРЯЖЕНИЕ ПП РФ 1 ДЕКАБРЯ 2018 Г. N 2648-Р	ДЕКАБРЬ, 2018
3	НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГОСТ Р 56425-2015 «ТЕХНОПАРКИ. ТРЕБОВАНИЯ»	ЯНВАРЬ, 2019
4	ПРОЕКТ ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «О ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОПАРКАХ И УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПАНИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОПАРКОВ»	ЯНВАРЬ, 2019
5	ПРОЕКТ ПРИКАЗА МИНПРОМТОРГА РОССИИ «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПЕРЕЧНЯ ТРЕБОВАНИЙ К ОБЪЕКТАМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОПАРКОВ»	ЯНВАРЬ, 2019
6	ПИСЬМО МИНФИНА РОССИИ О СОФИНАНСИРОВАНИИ МЕРОПРИЯТИЙ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ	ЯНВАРЬ, 2019
7	ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ ОТ 11.02.2019 N 110 «О ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННУЮ ПРОГРАММУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ И ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА»	ФЕВРАЛЬ, 2019
8	ПРИКАЗ №125 ОТ 14 МАРТА 2019 ГОДА «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ К РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЕМЫХ СУБЪЕКТАМИ РФ, БЮДЖЕТАМ КОТОРЫХ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ СУБСИДИИ НА ГОСУДАРСТВЕННУЮ ПОДДЕРЖКУ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СУБЪЕКТАХ РФ...»	МАРТ, 2019

Рис. 2. Развитие нормативно-правовой основы функционирования технопарков

На финансирование двухлетнего проекта технопарка управляющая компания может получить федеральную субсидию по линии министерства экономического развития в размере 500 млн. руб.

В случае реализации однолетнего проекта – 250 млн. руб. Данная мера, по мнению законодателей, позволит до 2024 г. создать в регионах страны не менее 129 технопарков, в том числе в 2020–2021 гг. по 10 ед., в 2022 г. – 61 ед.

Финансирование проектов со стороны государства имеет ряд общих и специальных требований. К первым можно отнести необходимость привлечения внебюджетных, частных инвестиций (или

частные заемные средства) в соотношении не менее 20% от размера субсидии; наличие проектно-сметной документации и ее государственной экспертизы; требование по срокам введения в эксплуатацию объектов – не позднее первого квартала третьего года с начала реализации проекта; официальное подтверждение готовности региональных органов власти софинансирования проекта (не менее 1% от его стоимости). К специальным требованиям относятся стандарты промышленного технопарка и допустимые направления использования федеральной субсидии со стороны управляющей компании (рис. 3).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ СУБСИДИИ	СТАНДАРТ ПРОМЫШЛЕННОГО ТЕХНОПАРКА
строительство, реконструкция объектов внешней и внутренней инженерной, коммунальной и транспортной инфраструктуры промышленного технопарка	территория технопарка, промышленного технопарка должна быть определена, иметь границы (не менее 1,5 га). На земельные участки должны быть получены правоустанавливающие документы
строительство, реконструкция офисных, лабораторных и производственных помещений промышленного технопарка	площадь помещений технопарка, промышленного технопарка должна составлять не менее 5 000 кв. метров. Плотность застройки территории технопарка, промышленного технопарка, должна превышать 2 000 м ² / га
технологическое присоединение (подключение) к объектам электро-, газо-, водоснабжения и водоотведения. Требование к энергообеспечению (мощность не менее 1 МВт)	в состав территории должны входить земельные участки, категория и вид разрешенного использования которых допускает размещение промышленных объектов
приобретение офисной мебели, электронно-вычислительной техники для предоставления резидентам промышленного технопарка	в отношении территории технопарка, промышленного технопарка проведены юридический аудит, технологический аудит, а также инженерные изыскания
оснащение объектов промышленного технопарка офисным, лабораторным, технологическим и производственным оборудованием коллективного использования для резидентов. Требование минимум один объект технологической инфраструктуры.	геологические и геодезические параметры не препятствуют строительству и размещению промышленных объектов и объектов инфраструктуры
оплата процентов и (или) основного долга по кредитам на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объектов промышленного технопарка	на территории отсутствуют обременения, препятствующие использованию территории в качестве промышленного технопарка

Рис. 3. Специальные требования к проектам технопарков

Принимая во внимание конкурсный формат в получении субсидии, важно выделить критерии отбора проектов технопарков и потенциальные конкурентные преимущества территорий, которые следует использовать:

- качество подготовки заявки, включающей пояснительную записку, мастер-план, бизнес-план и финансовую модель технопарка;
- наличие проектно-сметной документации с экспертизой;
- обеспеченность региона аналогичной инфраструктурой, т.е. чем меньше действующих технопарков, тем более обоснованной выглядит заявка;
- доля частных инвестиций, приоритет отдается проектам с показателем от 25%;

- обозначенный спрос на создаваемые помещения со стороны резидентов – субъектов МСП, зарегистрированных на территории муниципального образования (подтверждается соглашениями о намерениях аренды свыше 30% площадей технопарка);

- срок завершения проекта (отдается приоритет проектам сроком реализации до 2 лет);

- выполнение показателей национального проекта (количество субъектов МСП в проекте, годовой оборот и объем налоговых отчислений субъектов МСП, количество рабочих мест, объем привлеченных инвестиций на 1 занятого, объем привлеченных инвестиций на 1 кв. м созданных площадей промышленного технопарка и др.);

- территориальный фактор (преимущества имеют управляющие компании, расположенные в муниципальных образованиях с особым режимом, т.е. в моногородах, муниципальных образованиях Дальнего Востока, ТОСЭР и др.).

Таким образом, видно, что с нормативной-правовой стороны система организации технопарков описана довольно подробно, первая волна реализации проектов в регионах позволит уточнить все требования, выстроить оперативную работу при подготовке документов и эффективно тиражировать успешную практику в масштабах страны.

В тоже время следует отметить, что история технопарков – это в большей степени история центральной и южной части страны. Для технологического развития северных и арктических территорий, федеральными органами исполнительной власти должен быть принят во внимание ряд аспектов при принятии решений на стадии рассмотрения заявок и при последующем содействии в реализации проектов.

Во-первых, в районах Крайнего Севера и Арктики сложно поддерживать высокую эффективность производств, предполагающих вовлечение большого количества работников (из-за высоких издержек, связанных с оплатой труда и наличия кадрового дефицита высококвалифицированных специалистов). Безальтернативным представляется создание технологичных производственных комплексов с высокой степенью автоматизации.

Во-вторых, экономика муниципальных образований Арктики функционирует в условиях сложной логистики с опорой на грузоперевозки через Северный морской путь, таким образом, производство в технопарке должно быть сопряжено с долгосрочными инвестиционными программами (10–20 лет) территории и модульно закрывать их потребности.

В-третьих, отдаленные территории нуждаются в усилении кооперационных

связей со стороны промышленных и интеллектуальных партнеров. В этой связи закономерным представляется экспертное сопровождение региональных команд проектов технопарков, предметное обсуждение в научном сообществе и бизнес-среде комплексных проблем модернизации промышленности с вовлечением субъектов МСП.

С учетом всего вышеуказанного можно рассмотреть потенциал реализации проекта технопарка в моногороде Норильск. Актуальность этого проекта подтверждается отсутствием большей части инфраструктур поддержки субъектов МСП. На территории города действует КГБУ «Многофункциональный центр», поддержка посредством предоставления субсидий осуществляется силами Управления потребительского рынка и услуг Администрации МО г. Норильск, консалтинговое сопровождение реализуется сотрудниками АНО «Агентство развития Норильска», но для создания дополнительных стимулов требуется сделать акцент на имущественной, в т.ч. финансовой, поддержке бизнеса, количественном и качественном улучшении сервисов.

На территории Красноярского края не зарегистрировано ни одного технопарка, в 2 действующих индустриальных парках «Красный яр» и «Дивный», действуют 8 резидентов и занято 328 чел. в совокупности (по данным за 2017 г.). Вклад технопарков в выпуск регионального продукта менее 0,1%, при среднероссийских показателях, равных 1,89% [1].

Для открытия технопарка на территории г. Норильска следует последовательно осуществить комплекс мероприятий. На первом этапе требуется создание региональной рабочей группы с включением в ее состав участников институтов поддержки бизнеса в числе которых:

- АНО «Агентство развития Норильска»;
- АО «Агентство развития бизнеса и микрокредитная компания»;

- АО «Корпорации развития Енисейской Сибири»;
- КГАУ «Красноярский региональный инновационно-технологический бизнес-инкубатор»;
- Инвестиционное агентство Министерства по развитию Дальнего Востока и Арктики;
- Ассоциация кластеров и технопарков России;
- представители органов муниципальной, государственной власти и градообразующего предприятия.

Должна быть налажена организация взаимодействия с региональными и местными вузами. В результате совместной работы составляется карта инженерной, транспортной инфраструктуры потенциального места дислокации промышленного технопарка (здания с высокой степенью износа могут быть не приняты к реконструкции главным распорядителем бюджетных средств). Формат технопарка – гринфилд, намеренно не рассматривается ввиду существенного увеличения сметной стоимости проекта.

Одновременно с оценкой инфраструктуры, совместно с экспертами, следует проанализировать перспективные направления опорных инновационных производств территории и определить «якорный» инвестиционный проект промышленного технопарка. В качестве опорных направлений могут выступить: глубокая переработка медной продукции; производство химической продукции на основе серной кислоты; новые технологии и материалы в строительстве.

Подбор конкретных видов востребованных производств в рамках деятельности технопарка возможен с учетом переосмысления стратегических документов и переоценки роли малого и среднего предпринимательства в монопрофильной экономике г. Норильска. Такими документами являются: «Стратегия социально-экономического развития муниципального образования город Но-

рильск до 2030 года» [4], «Реестр инвестиционных проектов, реализуемых и планируемых к реализации на территории» [5]; «Мастер-план развития города Норильска», «Концепция парка и набережной возле о. Долгого», «Результаты исследования ожиданий и предпочтений горожан» (Социальный портрет норильчанина: СИНДЕКС, 2018–2028) [6], итоговый аналитический отчет о проведенном исследовании группы ЦИРКОН «О деятельности субъектов МСП в г. Норильске».

Оценка инвестиционных ниш открывает возможность по привлечению инвесторов в состав резидентов промышленного технопарка. После этого следует подготовка паспортов инвестиционных проектов, разрабатывается ресурсная карта их потенциальных интеллектуальных партнеров. Подготавливаются проекты соглашений между управляющей компанией и министерством экономического развития Красноярского края. При необходимости вносятся предложения изменений в содержание государственной программы субъекта Российской Федерации, направленной на поддержку предпринимательства и инновационной деятельности.

На втором этапе работы осуществляется формирование перечня специального оборудования с техническими и стоимостными характеристиками для обеспечения технологической инфраструктуры технопарка (из возможных вариантов: центр коллективного использования оборудования, центр прототипирования, дата-центр, инжиниринговый центр, лаборатории, центр промышленного дизайна, «чистые» комнаты и др.). Далее следует подготовка мастер-плана и проектно-сметной документации промышленного технопарка, проведение маркетинговых исследований по номенклатуре производимой продукции резидентов (внутренний и внешние рынки, отрасли). Основными результатами данного этапа являются подготовленные

бизнес-план и финансово-экономическая модель промышленного технопарка.

На третьем этапе работ формируется концепция промышленного технопарка, составляется график реализации проекта, определяются плановые результаты его деятельности, осуществляется выход в заявочную компанию с презентацией материалов исследования.

Северные территории страны, безусловно, имеют меньше преимуществ в

конкурентной борьбе за частный капитал инвесторов в сравнении с другими промышленными регионами, поэтому запуск сети арктических технопарков, создание новых преференций для инвестиционно-ориентированных субъектов хозяйствования со стороны Министерства по развитию Дальнего Востока и Арктики позволил бы сократить существующие диспропорции в пространственном развитии страны.

1. Информационный портал ГИС Индустриальные парки. Технопарки. Кластеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://minpromtorg.gov.ru/ministry/infosys/gisptk/> (дата последнего обращения 16.01.2020 г.)

2. О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров: Постановление Правительства РФ №779 от 31.07.2015 г.

3. Национальный проект «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы»: Паспорт национального проекта утверждён решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г.

4. Официальный сайт Администрации МО г. Норильск. Раздел: Стратегическое планирование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.norilsk-city.ru/docs/22661/docstrplan/strat2030/index.shtml> (дата последнего обращения 20.01.2020 г.)

5. Официальный сайт Администрации МО г. Норильск. Раздел: Инвестиционная политика [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.norilsk-city.ru/26039/index.shtml> (дата последнего обращения 20.01.2020 г.)

6. Официальный сайт АНО АРН. Раздел: Городская среда [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arnorilsk.ru/page/development> (дата последнего обращения 20.01.2020 г.)

SUMMARIES

UDC: 550.82

Trofimov V.I., Tver state technical University

ON THE ISSUE OF IMPROVING THE STATIC SENSING METHOD ON FROZEN PEAT SOILS

The Article deals with an important problem of improving the efficiency of engineering studies of frozen soils in the construction of roads and pipelines in the Arctic zones. We consider the use of improved static sensing technology by using a less energy-intensive process of submerging a conical indenter in frozen soil – screwing it. The possibility of complete rejection of the use of crushing plants is shown and the possibility of increasing the efficiency of the method of static sensing of frozen peat soils is justified. The solution to the problem is based on an original technical solution - the use of screw probes on frozen peat soils.

Keywords: roads, frozen soils, static sounding, the cone, screw down the probe.

UDC 621.962.2–82

Pilipenko S.S., Norilsk State Industrial Institute
Potapenkov A.P., Norilsk State Industrial Institute
Vakulenko A.I., Norilsk State Industrial Institute
Yanko Y.Y., Norilsk State Industrial Institute

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A HYDRAULIC ACTUATOR OF SHEET SCISSORS

The paper deals with the pumping gear-multiplier drive of sheet shears with a two-cylinder power unit. The description of the developed drive control scheme with the use of dual dispensers (gearbox and multiplier) of periodic action is given. The gearbox is turned on at idle, the multiplier - at working stroke. Their charging occurs during the reverse course of the power unit. As a result, the task of synchronizing the operation of the cylinders is solved and the forward stroke mode is ensured with two speed and pressure levels, which determines a reduction in the installed power of the pumps to 30%.

A method for estimating the power and speed parameters of the drive is given on the condition of equality of power at idle and working stroke and on the condition of equality of the working cycle time when using the developed drive and simple pumping.

Dependences are obtained for calculating the characteristic parameters: reduction and multiplication coefficients, operating cycle time, the ratio of powers and speeds of the considered and simple pump drive.

The analysis of the approximate calculations determines the acceptable values of the base coefficients: reduction (0.4–0.6), multiplication (1.5–2.0).

Keywords: sheet scissors, hydraulic drive, hydraulic gearbox, hydraulic multiplier, control circuit, pump power, drive parameters, methods, calculation.

UDC 004.94:669.046.5

Jemilev G.A., Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Institute of computer science and technology

METHODS OF VISUALIZATION AND PARAMETRIC SYNTHESIS FOR CONTROL SYSTEMS

This article describes the methods of studying the parameters for the object control system using PID controllers in order to obtain the required quality of control. Transition time and overshoot were used to assess the quality of control. Since parametric synthesis is a complex computational task and requires a thorough analysis of locations of poles and zeros of the transfer function of a control system in the plane of complex numbers, the problem of visualization of the space of possible parametric solutions becomes urgent. The article presents the author's software implementation for visualization of parametric solutions in MATLAB with regard to the control system synthesis problem.

Keywords: automatic control systems, PID controllers, visualization of parametric solutions, transition time, overshoot, transfer function

UDC 622.7.05:621.867.2:004.92

Bunas E.G., Corporate University Norilsk Nickel
Sklyanov V.I., Norilsk State Industrial Institute
Ufatova Z.G., Norilsk State Industrial Institute
Koretsky A.S., Norilsk State Industrial Institute

THE SYSTEM FOR MEASURING THE VOLUME OF ORE-MINERAL RAW MATERIALS DURING TRANSPORTATION ON THE CONVEYOR

At each stage of the planning of mining, tasks are set and the scale of deviations is planned in terms of indicators during the transportation of mineral ore. In this regard, a project is being presented for 3D scanning of the ore flow to determine the volume of material. Non-contact 3D laser monitoring and accounting systems for ore volume and, with a known material density, allow you to automatically calculate the mass of ore. Software and hardware automated system. LASE CEWS software contains an intuitive interface for using the system. High reproducibility of

the results of all measurements with a low level of error is achieved through the use of laser scanning technology. For the BVC Bulk Volume Conveyor task, special Lase Application Volume Measurement application software has been developed.

Keywords: 3D scanning, ore-mineral raw materials, belt conveyor, non-contact 3D laser monitoring and ore volume accounting systems, scan profile.

UDC 621.039

Komlev V.N., engineer-physicist, Apatity

METHODOLOGY AND EXAMPLE OF SELECTION OF SITES FOR DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE

The methodology and an example of the use of archival geological materials to select the location of the disposal of radioactive waste are considered. The prerequisites and motivation of the proposed approach are formulated. The goal is to replenish the volume of mining and geological knowledge of Rosatom and the cooperation of competencies of various industries in a particular case. The stages of work for the Pechenga volcanic-sedimentary structure are indicated. The choice involves an operational and simplified assessment of the base - the geological conditions of the sites. The criterion of hydraulic permeability has been chosen to be the main one. According to the data of test trial boreholes of approximately 2 km deep there has been specified the site «SAMPO-Pechenga-I». The desire was expressed to Rosatom specialists to publicly express their opinion on the methodology of work and the results obtained.

Keywords: The Kola Superdeep Borehole, trial boreholes, radioactive waste, burial, hydraulic permeability rocks, The Pechenga volcanic-sedimentary structure.

UDC 628.3:502:061(571.511)

Velogenic G.A., PJSC MMC «Norilsk Nickel»

Krupnov L.V., PJSC MMC «Norilsk Nickel»

Borodina T.U., PJSC MMC «Norilsk Nickel»

Parshintsev E.A., PJSC MMC «Norilsk Nickel»

Bolshakova O.V., PJSC MMC «Norilsk Nickel»

TREATMENT OF INDUSTRIAL AND MINE WASTE WATER IS ONE OF THE KEY ASPECTS OF THE ENVIRONMENTAL POLICY OF PJSC MMC NORILSK NICKEL»

In this paper, the main methods of wastewater treatment from pollutants were considered and a combined method was proposed: it consists of mechanical methods and a reagent method.

Keywords: mine waste water, metallurgical waste water, pollutants, waste water treatment, chemical treatment methods, physical and chemical methods,

maximum permissible concentrations, wastewater disinfection.

UDC 669.334(571.511)

Salimzhanova E.V., PJSC ZF MMC «Norilsk Nickel»

Petrov A.F., PJSC ZF MMC «Norilsk Nickel»

Nosova O.V., Norilsk State industrial Institute

Govorova A.E., Norilsk State industrial Institute

PROCESSING OF COPPER ELECTROLYTE IN HYDROMETALLURGICAL PRODUCTION OF NADEZHDINSKY STEEL WORKS PJSC MMC «NORILSK NICKEL» ON OPERATION OF THE AUTOCLAVE OXIDIZING LEACHING (AOL) OF THE PIROTI NOVY CONCENTRATE

The work explored the use of copper electrolyte from copper processing of raw materials, in process of autoclave leaching pirrotinovogo concentrate.

Keywords: the cut copper electrolyte, autoclave leaching, utilization, the high-concentrated solutions.

UDC 622.272(571.511)

Yfatova Z.G., Norilsk State Industrial Institute

SUBSTANTIATION OF CHAMBER DRAWING PARAMETERS WITH LAYOUT FOR WORKED DEPOSITS OF MINES OF THE NORILSK INDUSTRIAL AREA

For enterprises of PAO «GMK «Norilsk Nickel», a methodology has been developed for increasing the parameters of cameras, with the help of which the expediency of the parameters for increasing cameras has been determined. the cost of maintaining large spans of outcrops and secondary crushing of ore. a methodology has been developed for increasing the parameters of cameras, with the help of which the expediency of the parameters for increasing cameras has been determined. the cost of maintaining large spans of outcrops and secondary crushing of ore.

Keywords: ore, chamber development system, pilot tests, labor productivity.

UDC 553.2:549(571.511)

Miroshnikova L.K., Norilsk State Industrial Institute

Semenyakina N.V., Norilsk State Industrial Institute

STRUCTURAL-TECTONIC FORMS OF TALNAKH-ORE NODE AND THEIR GEOCHEMICAL EXPRESSION

The structural and tectonic forms of the area of the Talnakh ore cluster and their role in the spatial location of ore deposits are considered. The magma-controlling and magma-locating structural forms have an individual expression in the geochemical field of the Talnakh ore cluster.

Keywords: Talnakh ore cluster, Norilsk-Kharaelakh fault, Kharaelakh mold, plicative and discontinuous structures, ore-bearing intrusion.

UDC 622.2.013:621.878.25

Perepelkin M.A., North-Eastern State University
Sklyanov V.I., Norilsk State Industrial Institute
Symykin E.S., North-Eastern State University
Mokritskaya N.I., North-Eastern State University

THE ROLE OF ENERGY IN THE OPERATION OF EARTH MOVING MACHINES

The article discusses the role of energy in the mining industry. Types of energy its composition as applied to mining. It is proposed that the efficiency of mining equipment be determined by the amount of energy expended, i.e. consider efficiency in another system, in the energy system for certain types of processes of a mining enterprise and derive a classification by type of energy. Corresponding calculations are carried out and formulas for determining the energy of a technical device are proposed.

Keywords: energy, types of energy of a mining enterprise, energy calculation of technical specifications, technical devices, rock mass.

UDC 51

Bruskov A.L., Norilsk State Industrial Institute

THREE IN ONE

The article shows how the signs «plus» and «minus» perform several functions simultaneously, how these functions are related to each other, and how to use it in mathematical actions.

Keywords: positive, negative numbers, addition, subtraction, numeric axis, directional segment, multiplication.

UDC 008:(17:2)

Mapelman V.M., Moscow City Pedagogical University

RELIGIOUS AND MORAL ELEMENTS OF CULTURE: CONSISTENCY, INCONSISTENCY, UNIQUENESS

The article examines questions about the place of religion, morality and morality in the system of culture, their relationship with its other components, the dynamics of their relationship with each other in historical terms and in the process of simultaneous intra-cultural communications, the specifics of the reasons for the need (or lack of demand) for these social regulators in history and now.

Keywords: culture, morality, moral relations, religion, theology, ethics, contradiction, social progress.

UDC 371.891:(004.738.5:(985))

Ertel A.B., South Federal University
Fedotova O.D., Don State Technical University

FEATURES OF STUDYING THE ARCTIC SECTOR OF RUSSIA IN THE PROCESS OF CONDUCTING NETWORK EDUCATIONAL PROJECTS FOR SCHOOLCHILDREN

Qualitative changes based on the development of information technology today affect all aspects of people's lives, including school educational practice. The article discusses the possibilities of using network educational projects for students based on shared access services in the process of studying the features of the development of the Russian Arctic in geography lessons. The use of online educational projects in pedagogical practice allows us to achieve new educational results laid down in the Federal state educational standards. A promising direction in the development of didactic support for the project activities of schoolchildren is the active use of immersive environments.

Key words: education; Arctic, network resources; sharing services; educational projects.

UDC 122/129

Demchenko O.N., Norilsk State Industrial Institute
Demchenko I.V., Norilsk State Industrial Institute
Semenov G.V., Norilsk State Industrial Institute

PLOTINUS'S DOCTRINE ABOUT WORLD AND PURPOSE OF THE HUMAN

In the article is analyzed the Plotinus's philosophical system of thought, the center of which is a doctrine about the One (the Good) as hyper-intellectual and otherworldly initial of existence, the ultimate goal of the aspirations of all levels of being. The strategy of the meaning of human life consists in his inner transformations focused on the cognition of the One in the act of mystical experience. Plotinus's dualistic anthropology restricts the process of human rise, considering it asthoroughgoingself-dismemberment of human wholeness – reparation of divine (spiritual) from illusory (carnal), the discard of the body and the deliverance of the soul.

Keywords: Plotinus, One, Good, Intellect, nature, soul, evil, contemplation, human, virtue.

UDC 346.548(985)

Atlygina V.A., Norilsk State Industrial Institute

**THE AUTHOR CONSIDERS THE ECONOMIC
SECURITY OF THE SUBJECTS
OF THE NORTHERN MACROREGION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
AT THE REGIONAL LEVEL**

The author analyzes the current state of socio-economic development of the Northern macroregion. The article presents an analysis of the legislative documents of the subjects of the Russian Federation, relating in whole or in part to the macro-region of the Far North, in which there is information about the economic security of the territory.

Keywords: economic safety, social and economic development of the Northern macroregion of Russia, the mechanism of economic security.

UDC 332.14/15(571.511)

Kulyan R.A., Norilsk State Industrial Institute

**INDUSTRIAL TECHNOPARK AS A TOOL
FOR THE DEVELOPMENT OF INVESTMENT
CLIMATE AND BUSINESS ENVIRONMENT
MONOGORODES OF THE EXTREME
NORTH**

The article substantiates the relevance and considers the procedure for launching a project of an industrial park in the single-industry town of Norilsk. The author focuses on effective ways to develop the investment climate and the business environment of the industrial territory.

Keywords: investments, industrial park, single-industry town, Norilsk, city-forming enterprise, institutions for supporting small and medium-sized businesses.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Атлыгина Виктория Александровна – старший преподаватель кафедры экономики, менеджмента и организации производства ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Большакова Ольга Витальевна – начальник лаборатории ИСП МЗ ЦИСП ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Бородина Татьяна Юрьевна – начальник бюро, управление промышленной экологии, отдел нормирования и лицензирования, бюро гидросферы, ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Брусков Александр Леонидович – доцент кафедры технологических машин и оборудования, доцент кафедры физико-математических дисциплин ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Бунас Евгений Георгиевич – ведущий специалист ЧОУ ДПО «Корпоративный университет «Норильский никель».

Вакуленко Андрей Игоревич – студент ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Велюжинец Галина Анатольевна – начальник управления, управление промышленной экологии ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Говорова Анна Евгеньевна – студент ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Демченко Олег Николаевич – кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры философии, истории и иностранных языков ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Демченко Ирина Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры философии, истории и иностранных языков ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Жемелев Георгий Алексеевич – аспирант ФГАОУВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Институт компьютерных наук и технологий.

Комлев Владимир Николаевич – инженер-физик, г. Апатиты.

Корецкий Алексей Сергеевич – главный специалист службы буровзрывных работ Департамента горного производства ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Крупнов Леонид Владимирович – кандидат технических наук, заместитель начальника – главный металлург, НТУ ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Кулян Роман Анатольевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Мапельман Валентина Михайловна – доктор философских наук, профессор, профессор ФГБОУВО «Московский городской педагогический университет».

Мирошникова Людмила Константиновна – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Мокрицкая Наталья Ивановна – кандидат педагогических наук, зав.кафедрой автомобильного транспорта ФГБОУВО «Северо-Восточный государственный университет».

Носова Ольга Васильевна – кандидат сельскохозяйственных наук, зав.кафедрой «Металлургия цветных металлов» ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Паршинцев Евгений Александрович – главный специалист НТУ ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Петров Алексей Федорович – начальник лаборатории ЦИСП ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Перепелкин Михаил Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта, доцент кафедры горного дела ФГБОУВО «Северо-Восточный государственный университет».

Пилипенко Сергей Степанович – кандидат технических наук, доцент, зав.кафедрой «Технологические машины и оборудование» ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Потапенков Александр Петрович – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Салимжанова Елена Владимировна – кандидат химических наук, заместитель директора ЦИСП ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель».

Семенякина Наталья Вячеславовна – аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Семыкин Евгений Сергеевич – старший преподаватель кафедры горного дела ФГБОУВО «Северо-Восточный государственный университет».

Семенов Георгий Валентинович – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физико-математических дисциплин ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Склянов Владимир Иванович – кандидат технических наук, зав.кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Трофимов Валерий Иванович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент ФГБОУВО «Тверской государственный технический университет».

Уфатова Зинаида Георгиевна – доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Федотова Ольга Дмитриевна – доктор педагогических наук, профессор, зав.кафедрой «Начальное образование» ФГБОУВО «Донской государственный технический университет».

Эртель Анна Борисовна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры социально-экономической географии и природопользования ФГАОУВО «Южный федеральный университет».

Янко Яна Юрьевна – студент ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт» приступил к формированию очередного номера научно-практического журнала «Научный вестник Арктики», ISSN 2542–1220.

Целью издания журнала является широкое освещение положительного опыта интеграции теоретических и прикладных исследований актуальных проблем развития современного образования, науки и производства, информационно-методическое обеспечение в системе подготовки будущих специалистов.

Тематика журнала включает следующие направления:

- технические науки;
- естественнонаучные дисциплины;
- социогуманитарные науки.

Приглашаем Вас принять участие в выпуске журнала.

Материалы просим представить в редакционно-издательский отдел до 15.09.2020 г. в соответствии с прилагаемыми требованиями для прохождения рецензирования. Статьи, не соответствующие требованиям к оформлению материалов публикаций, рассматриваться редакцией не будут. Материалы не возвращаются.

Статьи, полученные редакцией позже указанного срока, будут рассматриваться для публикации в следующем номере журнала.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИЙ

1. Автор высылает в редакцию печатный экземпляр статьи и идентичный вариант на диске или электронную версию статьи по электронной почте с указанием тематического направления. Статья должна быть подписана автором.

Каждый из авторов заключает лицензионный договор на право использования своего результата интеллектуальной деятельности. Для *иностранцев* образец договора присылается на адрес электронной почты (**сканированная копия договора, подписанная автором, пересылается на адрес электронной почты редакции**).

2. К статье обязательно прилагаются ее название, Ф.И.О. авторов, аннотация (не более 5–6 строк), ключевые слова (не более 10 слов), приставный библиографический список.

3. *Сведения об авторах должны включать:* фамилия, имя, отчество, место работы, должность, ученая степень, звание, домашний и служебный адрес, телефоны, электронный адрес. Если авторов несколько, указать, с кем из них вести переписку.

4. *Информация на английском языке:* Ф.И.О. автора, название статьи, аннотация, ключевые слова, место работы, должность, ученая степень, звание.

5. Объем статьи не должен превышать 16 страниц текста формата А4, включая таблицы (не более 3) и рисунки (не более 5), список литературы (не более 10–15 источников). Шрифт – *Times New Roman*, отчетливый, размер шрифта 14, через полупрозрачный интервал.

6. Статья должна содержать лишь самые необходимые формулы, набранные в редакторе Microsoft Equation (Word 2003). Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки.

7. Иллюстрационный материал должен быть выполнен четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей, на белой бумаге, и быть пригодным для прямого воспроизведения.

Таблицы должны иметь заголовки. Допускаются только общепринятые сокращения.

8. Библиографический список приводится в конце статьи в порядке упоминания. В тексте должны быть ссылки на литературу в квадратных скобках. Библиография должна быть оформлена согласно ГОСТ 7.1–2003.

9. Рукопись должна быть вычитана автором. Редакция оставляет за собой право в случае необходимости редактировать и сокращать статьи.

Уважаемые авторы, в случае невыполнения вышеперечисленных условий статья опубликована не будет!

Материалы публикуются на безгонорарной основе. Плата за публикацию статей с авторов не взимается.

Адрес редакции:

663310, г. Норильск, ул. 50 лет Октября, 7,

ФГБОУВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Редакция журнала. Тел. (3919) 47-39-44.

Факс (3919) 42-17-41. E-mail: rio_ngii@norvuz.ru

DEAR COLLEAGUES!

State Higher Educational Establishment « Norilsk State Industrial Institute» is delighted to announce that it has started to form the next issue of the scientific journal **SCIENTIFIC BULLETIN OF THE ARCTIC**. Its purpose is a wide interpretation of positive experience in education and future specialists' training issues and practices; assisting in the dissemination of information on research and practice.

SCIENTIFIC BULLETIN publishes papers concerning the following aspects:

- TECHNICAL SCIENCES
- NATURAL SCIENCES
- HUMANITIES SCIENCE

You are invited to submit scientific contributions for the **SCIENTIFIC BULLETIN OF NORILSK INDUSTRIAL INSTITUTE**.

All correspondence concerning manuscripts should reach the Editorial Board **15.09.2020** at the latest. The manuscripts received later will be considered for publication in the next issue. The submitted papers are not sent back.

The journal will only respond to and publish articles corresponding to the following **requirements**.

STYLE AND SUBMISSION REQUIREMENTS

1. Submit one hard copy of the manuscript on bond paper. Also submit an appropriate CD-ROM. It should be labelled with: Author's name, title of manuscript.

2. The size of articles should not exceed 16 pages of manuscript, including references (not more than 10–15 sources), tables (not more than 3), figures (not more than 5).

3. The manuscripts should be printed on A4 format pages (standard page – 1800 characters), sesquialteral space, size 14 font (*Times New Roman*), 2 cm left margins and 3 cm right margins, 2,5 cm top and bottom margins.

4. The title page should carry the following information:

- the title of the article in English;
- full name of Author (Authors) and, in case of multicentre studies, institutional affiliations,
- annotation, key words (in Russian and English);
- the list of bibliography enclosed to the article in order of reference. The article should contain references in square brackets of the literature used. Bibliography should be formatted according to State Educational Standard 7.1 – 2003;

- full name of the institution/ institutions from which the paper originates (in official version).

Author's address for correspondence, including the name of Author, scientific title, address, telephone and fax numbers, e-mail address.

The article should contain the most necessary formulas (Microsoft Equation, Word 2003) Formulas with references are numbered only.

Illustrative material should be convenient, all the details are clearly seen. Charts go with the titles. Only generally accepted abbreviations are allowed.

Every author enters into a license contract for the right of the use of his intellectual activity.

All submitted manuscripts are subjected to editorial review and subsequently peer review.

The Editor will observe the content of the manuscript, however full responsibility for the content of the article lies with the Author. The Editorial Board does not take responsibility for the results of possible unreliability.

Mailing Instructions. Please include your e-mail address if you have one. Manuscripts with requisite hard copies and CD-ROMs should be forwarded to.

Editorial Board,

Norilsk State Industrial Institute
50 Let Oktyabrya, 7
Norilsk, 663310
Krasnoyarsky Region, Russia
(3919) 47-39-44.
FAX: (3919)42-17-41.
E-mail: rio_ngii@norvuz.ru

Научное издание

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК АРКТИКИ

Подписано в печать 26.02.2020.

Бум. для копир.-мн.ап.

Гарнитура *Century*. Печать плоская.

Тираж 100 экз. Зак. 5.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУВО «НГИИ»

663310, Норильск, ул. 50 лет Октября, 7.

E-mail: rio_ngii@norvuz.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета
в отделе ТСОиП ФГБОУВО «НГИИ»