

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический университет»

УДК 622.27.326
№ госрегистрации 01200962089
Инв. № К-155-09

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВПО «МГТУ»
д-р техн. наук, проф.

_____ В. М. Колокольцев

«_____» _____ 2011 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
по Государственному контракту № 02.740.11.0038 от 15 июня 2009 г.

**РАЗРАБОТКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
МОДУЛЕЙ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
И ИНТЕНСИВНОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОСВАИВАЕМОГО УЧАСТКА НЕДР**

Промышленная реализация геотехнологических модулей
(промежуточный)
Этап 4

Проректор по научной работе
д-р. техн. наук
Руководитель темы
д-р. техн. наук, проф.

_____ К.Н. Вдовин

_____ В.Н. Калмыков

Магнитогорск 2011

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель, д.т.н., проф.	Калмыков В.Н. (гл.1,2,заключение)
Вед. научн. сотр., д-р техн. наук., проф.	Гавришев С.Е. (раздел 4.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	Гнедых А.П. (разделы 1.2,2.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	Мещеряков Э.Ю. (разделы 1.2,2.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	Петрова О.В. (разделы 1.3,2.3,2.4)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	Гоготин А.А. (разделы 1.2,2.2)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	Заяднов В.Ю. (разделы 1.1,2.1)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	Колонюк А.А. (разделы 1.1,2.1)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	Бурмистров К.В. (разделы 1.1,2.1)
Ст. научн. сотр., канд.техн.наук	Пыталев И.А. (разделы 1.1,2.1)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	Колодежная Е.В. (раздел 1.3)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	Зубков А.А. (разделы 1.2,2.2)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	Мишурина О.А. (раздел 1.3)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	Емельяненко Е.А. (раздел 1.3)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	Белов Г.М. (разделы 1.2,2.2)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	Корнеев С.А. (разделы 1.2,2.2)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	Матюшенко Г.А. (раздел 2.3)
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	Олизаренко В.В. (раздел 4.2)
Мл. научн. сотруд.	Неугомонов С.С. (разделы 1.2,2.2)
Мл. научн. сотруд.	Плесовских Т.П. (раздел 1.2)
Мл. научн. сотруд.	Волков П.В. (разделы 1.2,2.2)
Мл. научн. сотруд.	Мажитов А.М. (разделы 1.2,2.2)
Мл. научн. сотруд.	Угрюмов А.Н. (разделы 1.2,2.2)
Мл. научн. сотруд.	Самойленко Д. П. (разделы 1.2,2.2)
Вед. инженер	Белоконь А.Н. (раздел 2.4)
Инженер	Корнеева В.С. (раздел 2.4)
Инженер	Михайлова Г.В. (разделы 1.2,2.2)
Лаборант	Васильева Л.П. (раздел 1.1)
Лаборант	Пушкарев Е.И. (раздел 2.2)
Лаборант	Минеев С.Е. (раздел 1.2)
Лаборант	Гладышев А.С. (раздел 1.2)
Лаборант	Янтурина Ю.Д. (раздел 2.2)
Лаборант	Зубков А.А. (раздел 2.2)
Нормоконтролер	Белоконь А.Н.
Соисполнители:	
Член-корреспондент РАН	Каплунов Д.Р. (Введение, выводы по главам)
Гл. научн. сотруд.,д-р техн.наук., проф.	Рыльникова М.В. (гл. 1, 2)
Ст. научн. сотруд., канд. техн. наук	Радченко Д.Н. (гл. 3, разделы 1.3, 1.5, 2.3.3)
Ст. научн. сотруд., канд. техн. наук	Юков В.А. (раздел 5.2)
Научн. сотруд., канд. техн. наук	Милкин Д.А. (гл. 4, разделы 2.3.3, 1.5)
Мл. научн. сотруд.	Корнеев Ю.В. (разделы 1.4, 5.1)
Ст. лаб.	Пешков (раздел 1.3.1)

РЕФЕРАТ

Отчет представлен на 296 с., содержит 98 рис., 56 табл., 34 формулы, библиографический список из 60 наименований, приложение на 14 с.

АПРОБАЦИЯ, ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ, ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДУЛИ, ПАРАМЕТРЫ, ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВЗАИМОУВЯЗКА, ОБЪЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ, ТРЕБОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Четвертый этап выполнения работ по апробации и промышленной реализации геотехнологических модулей, являющихся объектом перспективного промышленного внедрения, предусматривал организацию работ по адаптации разработанных геотехнологических модулей к условиям функционирования горнотехнических систем комплексного освоения рудных месторождений Урала. Апробация и промышленная реализация геотехнологических модулей производилась в ходе внедрения технологических рекомендаций, разработанных ФГБОУ ВПО «МГТУ» и УРАН ИПКОН РАН на горных предприятиях Урала и Сибири. Отдельные геотехнологические модули внедрены в проектные решения на разработку перспективных рудных месторождений и вновь вводимых в эксплуатацию участков.

Целью четвертого этапа работ являлись разработка методики и промышленная реализация геотехнологических модулей при комплексном освоении рудных месторождений в соответствии с требованиями горно-обогатительных предприятий.

Для реализации поставленной цели произведены апробация и пространственно-временная взаимоувязка геотехнологических модулей и обоснованы их параметры в зависимости от требований горно-обогатительных предприятий. Разработан перспективный план широкомасштабного промышленного внедрения на горных предприятиях России геотехнологических модулей интенсивного и экологически безопасного освоения участка недр и произведено согласование с заинтересованными лицами сроков и объемов внедрения технологических рекомендаций.

Разработана методика апробации геотехнологических модулей на горно-обогатительных предприятиях Урала.

Полученные результаты являются методической основой для дальнейших исследований и широкомасштабного промышленного внедрения геотехнологических модулей в практику проектирования и работы горно-обогатительных предприятий.

Разработанные геотехнологические модули внедрены в учебно-методический комплекс дисциплин «Процессы подземных горных работ», «Вскрытие и подготовка рудных месторождений», «Системы подземной разработки рудных месторождений», «Комплексное освоение недр» при подготовке горных инженеров и бакалавров в ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». Классификация геотехнологических модулей внедрена в учебно-методический комплекс дисциплины «Современные проблемы горных наук и производства» подготовки магистров.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
АПРОБАЦИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ВЗАИМОУВЯЗКА ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ С ОБОСНОВАНИЕМ ИХ ПАРАМЕТРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРЕБОВАНИЙ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	10
1.1 Пространственно-временная взаимоувязка и параметры модулей открытых горных работ	10
1.1.1 <i>Требования горно-обогажительных предприятий к параметрам модулей открытых горных работ</i>	11
1.1.2 <i>Обоснование параметров модулей открытых горных работ в соответствии с требованиями горно-обогажительных предприятий</i>	20
1.1.3 <i>Апробация и взаимоувязка геотехнологических модулей открытых горных работ</i>	40
1.2 Пространственно-временная взаимоувязка и параметры модулей подземных горных работ	55
1.2.1 <i>Требования горно-обогажительных предприятий к параметрам модулей подземных горных работ</i>	56
1.2.2 <i>Обоснование параметров модулей подземных горных работ в соответствии с требованиями горно-обогажительных предприятий</i>	63
1.2.3 <i>Апробация и взаимоувязка геотехнологических модулей подземных горных работ</i>	104
1.3 Пространственно-временная взаимоувязка и параметры модулей физико-химических геотехнологий	119
1.3.1 <i>Требования горно-обогажительных предприятий к параметрам модулей физико-химических геотехнологий</i>	119
1.3.2 <i>Обоснование параметров модулей физико-химических геотехнологий в соответствии с требованиями горно- обогажительных предприятий</i>	127
1.3.3 <i>Апробация и взаимоувязка геотехнологических модулей физико-химических геотехнологий</i>	145
Выводы по 1 главе	146
2 РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНА ШИРОКОМАСШТАБНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ВНЕДРЕНИЯ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ИНТЕНСИВНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ОСВОЕНИЯ УЧАСТКА НЕДР	148
2.1 Разработка перспективного плана внедрения на горных предприятиях России геотехнологических модулей открытых горных работ	149
2.1.1 <i>Обоснование сроков и объемов промышленного внедрения геотехнологических модулей открытых горных работ</i>	149

2.1.2 <i>Согласование с горными предприятиями России условий внедрения геотехнологических модулей открытых горных работ</i>	152
2.2 Разработка перспективного плана внедрения на горных предприятиях России геотехнологических модулей подземных горных работ	159
2.2.1 <i>Обоснование сроков и объемов промышленного внедрения геотехнологических модулей подземных горных работ</i>	159
2.2.2 <i>Согласование с горными предприятиями России условий внедрения геотехнологических модулей подземных горных работ</i>	162
2.3. Разработка перспективного плана внедрения на горных предприятиях России модулей физико-химических геотехнологий.....	163
2.4 Оценка показателей повышения интенсивности и экономической эффективности внедрения геотехнологических модулей открытых и подземных горных работ на горных предприятиях России	170
2.5. Обеспечение условий экологически безопасного освоения участка недр при внедрении геотехнологических модулей открытых и подземных горных работ на горных предприятиях России	198
Выводы по 2 главе	212
3 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АПРОБАЦИИ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ НА ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ	213
4. РАЗРАБОТКА ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ И ОБОСНОВАНИЕ ИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО ОСВОЕНИЮ МАЛОМАСШТАБНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	230
4.1 Особенности геотехнологических модулей вскрытия маломасштабных месторождений подземным способом	231
4.2 Специфика геотехнологических модулей вскрытия и эксплуатации маломасштабных месторождений открытым способом	233
4.3 Обоснование параметров горнотехнических систем освоения прибортовых запасов за контуром карьера	250
4.4 Новые подходы к проектированию модулей физико-химических геотехнологий на маломасштабных месторождениях	263
Выводы по 4 главе	273
5. КОНЦЕПЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПЛАНА ШИРОКОМАСШТАБНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ВНЕДРЕНИЯ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ИНТЕНСИВНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ОСВОЕНИЯ УЧАСТКА НЕДР	276
Заключение	286
Библиографический список	291
Приложение. Документы, подтверждающие промышленное внедрение геотехнологических модулей интенсивного и экологически безопасного освоения участков недр	297

ВВЕДЕНИЕ

Расширение области эффективного применения геотехнологических модулей базируется на развитии системы знаний о методах установления параметров техногенного преобразования недр на базе исследования закономерностей взаимодействия процессов комплексного освоения рудных месторождений. Разработка методических положений проектирования геотехнологических модулей комплексного освоения и сохранения недр предполагает учет параметров и показателей, устанавливаемых путем систематизации и анализа опытных данных, построения и проверки гипотез перспективных направлений техногенного преобразования недр.

Руководящей идеей проведения исследований на 4 этапе выполнения государственного контракта явилась разработка методических подходов к решению задач проектирования геотехнологических модулей комплексного освоения и сохранения недр на основе учета параметров и показателей, устанавливаемых путем построения и проверки гипотез перспективных направлений техногенного преобразования недр в ходе их апробации на горных предприятиях.

Практическая деятельность была направлена на промышленную реализацию геотехнологических модулей.

Область научной деятельности – развитие системы знаний о методах установления параметров геотехнологических модулей на базе исследования закономерностей их взаимодействия в горнотехнических системах. При этом параметры конкретных модулей, входящих в структуру горнотехнической системы, должны согласовываться между собой в части временной и пространственной взаимоувязки качественных и количественных показателей добычи в соответствии с общей целевой функцией системы.

Ознакомление со структурой добычных производственных циклов в ходе промышленной реализации модулей позволило доказать, что часть производственных процессов во многом идентичны и могут быть выделены в виде типовых решений (геотехнологических модулей) и унифицированы с целью использования в структурах горнотехнических систем при эксплуатации месторождений разными геотехнологиями.

Модульный принцип повышает эффективность проектирования горных предприятий и создаёт благоприятные условия для автоматизированного их проектирования на основе компьютерного моделирования [1]. Поэтому проектирование горнотехнических систем по модульному принципу напрямую связано с созданием автоматизированной базы проектирования. В этой связи особую значимость приобретают вопросы временной и технологической увязки геотехнологических модулей в горнотехнических системах.

Выделение геотехнологического модуля из горнотехнической системы для его модернизации, оптимизации параметров производится при сохранении всех внешних и внутренних связей, представленных в модели соответствующими уравнениями и системами ограничений. В соответствии с заданными внешними и внутренними

условиями геотехнологические модули описываются определенными входными и выходными параметрами, обеспечивающими их стыковку (связь) с другими модулями горнотехнической системы [2].

Геотехнологические модули различного иерархического уровня с неотделимыми связями, соединяясь входными параметрами со смежными модулями, формируют горнотехническую систему, оптимизация параметров обеспечивает наибольшую эффективность функционирования в заданных горно-геологических, геомеханических и природно-климатических условиях освоения участка недр.

Реализация геотехнологических модулей предполагает на начальной стадии составления проекта комбинированной геотехнологии обоснование конструкции горнотехнической системы и перечня типовых геотехнологических модулей с оптимизацией их параметров, как основы проектирования комплексного освоения недр.

Очевидно, что при модульном подходе к проектированию комбинированной геотехнологии требования к качеству природного и техногенного сырья, вовлекаемого в эксплуатацию различными способами добычи, существенно отличаются. Так, при открытой разработке месторождений требования к минимальному промышленному содержанию полезного компонента в руде - одни, для подземной разработки – другие. При реализации физико-химической геотехнологии кондиции зависят от различных факторов: способов выщелачивания – подземное, кучное, скважинное; места производства работ – в карьере или на поверхности, в подземной камере, в горном массиве или в разрыхленной рудной массе; вида сырья и других.

Задачами выполнения работ отчетного этапа государственного контракта явилось:

- развитие теории проектирования геотехнологических модулей техногенного преобразования недр, предусматривающими наиболее полное вовлечение в эксплуатацию природного и техногенного минерального сырья с утилизацией отходов в выработанном пространстве недр на основе комплексного использования физико-технических и физико-химических геотехнологий;
- обоснование параметров взаимосвязи геотехнологических модулей в горнотехнической системе комплексного освоения рудных месторождений;
- исследование взаимосвязи в горнотехнической системе геотехнологических модулей разного иерархического уровня;
- выбор способа разработки, геотехнологий, а также параметров горнотехнических систем, геотехнологических модулей и систем разработки с обоснованием области их применения на основе закономерностей взаимодействия технологических процессов комплексного освоения рудных месторождений;

- установление производительности горных предприятий и последовательности ввода в эксплуатацию участков месторождений;
- разработка методов проектирования инновационных технологий крепления горных выработок;
- обоснование дифференцированных требований к кондициям на вовлекаемое в эксплуатацию физико-техническими и физико-химическими геотехнологиями природное и техногенное сырьё;
- оценка масштабов и качественных характеристик гетерогенных и разнофазовых потоков минерального сырья;
- обоснование критерия оптимальности и установление зависимостей параметров горнотехнических систем и технико-экономических показателей в связи с изменяющимися геологическими, горнотехническими, социально-экономическими и экологическими факторами;
- обоснование допустимого и оценка фактического уровня воздействия геотехнологических модулей на составляющие экологической среды: ландшафты, почвенный слой, атмосферу, водные ресурсы, климат, флору и фауну;
- обоснование интегрального критерия воздействия геотехнологических модулей на экосистему;
- установление зависимостей уровня воздействия геотехнологических модулей на окружающую среду от её параметров.

Решение поставленных задач позволит реализовать автоматизированное проектирование горнотехнических систем по модульному принципу. Модульный принцип проектирования горнотехнической системы – формирования проекта горного предприятия на основе подбора рациональной структуры горнотехнической систем, оптимизации параметров отдельно взятых модулей является естественным развитием системного принципа. Модульный подход к проектированию горнотехнических систем и оптимизации их параметров не исключает системного подхода, а предполагает его, как обязательное условие определения входных параметров. На основе системного подхода определяются основные параметры стратегии формирования и развития горнотехнической системы, которые закладываются в целевую функцию и входные параметры геотехнологических модулей, устанавливаются уравнения связи и системы ограничений, в соответствии с которыми происходит совершенствование и оптимизация параметров отдельно взятых геотехнологических модулей.

Теоретический уровень результатов исследований сопоставим с мировым, а методологический подход является новым в данной области науки и не имеет аналогов за рубежом.

Программа работ по четвертому этапу предусматривала выполнение следующих исследований:

1. Апробация и пространственно-временная взаимоувязка геотехнологических модулей с обоснованием их параметров в зависимости от требований горно-обогатительных предприятий.

2. Разработка перспективного плана и согласование с участниками сроков и объемов широкомасштабного промышленного внедрения на горных предприятиях России геотехнологических модулей интенсивного и экологически безопасного освоения участка недр.

3. Разработка геотехнологических модулей и обоснование их параметров для горнотехнических систем по освоению маломасштабных месторождений.

4. Разработка методики апробации геотехнологических модулей на горно-обогатительных предприятиях.

5. Обоснование концепции перспективного плана широкомасштабного промышленного внедрения на горных предприятиях России геотехнологических модулей интенсивного и экологически безопасного освоения участка недр.