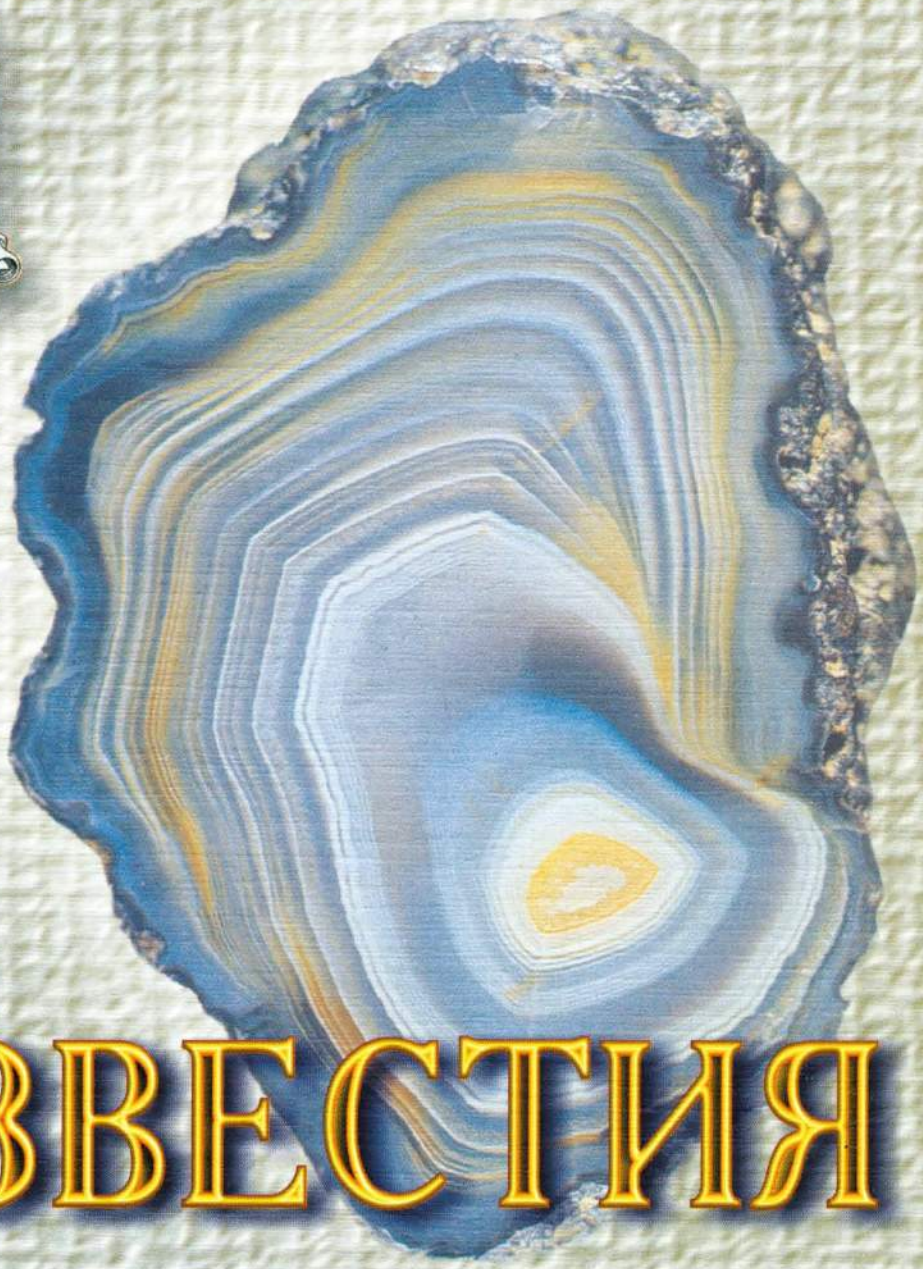
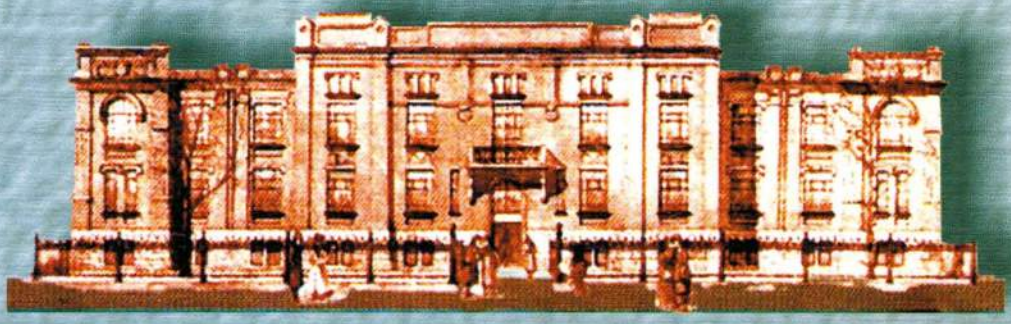
ISSN 2307-2091



ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного горного университета



Выпуск 1 (37), 2015

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного
горного университета

Научно-технический журнал

Издается с 1918 г.

Выпуск 1(37)

2015

ISSN 2307-2091 Выходит 4 раза в год

Редакционная коллегия

КОСАРЕВ Николай Петрович (главный редактор) – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ГРЯЗНОВ Олег Николаевич (зам. главного редактора) – д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ПОЛЕНОВ Юрий Алексеевич (ученый секретарь) – д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
АМДУР Алексей Миронович – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
БАРАННИКОВ Александр Григорьевич – д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
БОЯРСКИХ Геннадий Алексеевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ВАЛИЕВ Нияз Гадым-оглы – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ВЕРШКОВ Александр Федорович – д-р экон. наук,
департамент геологии АО «Волковгеология», г. Алматы, Казахстан
ГОРДЕЕВ Виктор Александрович – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ГРЕВЦЕВ Николай Васильевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ЗОТОВ Алексей Николаевич – д-р техн. наук, проф.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа
ИГНАТЬЕВА Маргарита Николаевна – д-р экон. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
КОЖУШКО Герман Георгиевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург
КОРНИЛКОВ Сергей Викторович – д-р техн. наук, проф.,
Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург
КОРОТЕЕВ Виктор Алексеевич – академик РАН, д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Институт геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург
КОРШУНОВ Игорь Георгиевич – д-р физ.-матем. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ПОТАПОВ Валентин Яковлевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
СУРНЕВ Виктор Борисович – д-р физ.-матем. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ТИМУХИН Сергей Андреевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ХАЛЬФИН Марат Нурмухамедович – д-р техн. наук, проф.,
Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск

Редакция журнала

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

Редакторы по разделам

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

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Грязнов О. Н.
Инженерно-геологическая зональность Уральского складчатого пояса 5

Баранников А. Г.
Научное наследие А. П. Сигова. Его значение на современном этапе при прогнозировании благороднометалльного оруденения на Урале .. 34

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Долганов А. В., Попов Ю. В., Тимухин С. А., Пискарев А. Н.
Сравнительная оценка шахтных секционных двухпоточных насосов 49

Копачев В. Ф., Долгих Д. С.
О расчете аэродинамических характеристик шахтных вентиляторов смешанного принципа действия 53

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Игнатьева М. Н.
Эволюция взаимоотношений в системе «общество-природа» 56

Татаркин А. И., Логинов В. Г., Балашенко В. В., Душин А. В., Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Полянская И. Г., Семячков А. И., Славиковская Ю. О., Юрак В. В.

Формирование нового подхода к освоению природного потенциала северных территорий ... 63

Ременник С. Я., Стровский В. Е.
Процессный подход к ведению бизнеса 70

ИСТОРИЯ УНИВЕРСИТЕТА

К истории Свердловского горного института *(продолжение)* **..... 76**

Научно-производственная работа профессорско-преподавательского состава УГГУ в годы Великой Отечественной войны..... 82

NATURAL SCIENCES

Gryaznov O. N.
Engineering and geological zoning of the Ural fold belt 5

Barannikov A. G.
The scientific legacy of A. P. Sigov. Its value at the present stage in forecasting of noble-metal mineralization in the Urals..... 34

TECHNICAL SCIENCES

Dolganov A. V., Popov Yu. V., Timukhin S. A., Piskaryov A. N.
Comparative evaluation of mine sectional dual pumps 49

Kopachev V. F., Dolgikh D. S.
About calculation of aerodynamic characteristics of mine fans of mixed action principle..... 53

SOCIAL-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES

Ignatieva M. N.
The evolution of relations in the system «Society-nature» 56

Tatarkin A. I., Loginov V. G., Balashenko V V., Dushin A. V., Ignatieva M. N., Litvinova A. A., Polyanskaya I. G., Semyachkov A. I., Slavikovskaya Yu. O., Yurak V. V.

Forming of a new approach to development of natural potential of the northern territories 63

Remennik S. Ya., Strovsky V. E.
The process approach to business 70

DATES OF OUR UNIVERSITY

To the history of the Sverdlovsk mining institute *(continuation)* **..... 76**

Research and production work of UrSMU teaching staff during the Great Patriotic war 82

ABSTRACTS AND REFERENCES 89

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ 92

ABSTRACTS AND REFERENCES 89

REQUIREMENTS TO MANUSCRIPTS 92

Вниманию читателей

Оформить подписку на журнал на 2-е полугодие 2015 года можно во всех отделениях Почты России (подписной индекс издания в каталоге Роспечать – 25145)

УДК 624.131.1

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ УРАЛЬСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА

Грязнов О. Н.

В статье охарактеризованы компоненты интегральной инженерно-геологической зональности Уральской инженерно-геологической провинции: 1) геологическое строение, тектоника, история геологического развития региональных структур (регионов, областей, районов); 2) метаморфическая зональность Урала; 3) зональное проявление флюидно-гидротермальных рудообразующих процессов в региональных структурах; 4) инженерно-геологическая зональность как функция пространственного распространения вещественных инженерно-геологических комплексов; 5) зональное проявление природных геологических процессов в региональных структурах Уральского складчатого пояса; 6) зональность пространственного проявления техногенных факторов в региональных структурах Урала; 7) гидрогеологическая зональность Урала как компонент зональности инженерно-геологических условий.

Ключевые слова: *Уральская инженерно-геологическая провинция; инженерно-геологический регион – область – район – участок; инженерно-геологическая зональность; метаморфизм; флюидно-гидротермальные процессы; вещественные инженерно-геологические комплексы; природные геологические процессы; техногенез; гидрогеологические условия.*

Инженерно-геологическая зональность – понятие, отражающее закономерности пространственного изменения инженерно-геологических условий. Оно многофакторное по своему содержанию, многоэтапное и полистадийное по времени формирования. Иными словами инженерно-геологическая зональность любой территории – понятие интегральное, полигенное и полихронное. Оно является производным от последовательного пространственного проявления на конкретной территории факторов инженерно-геологических условий.

Инженерно-геологическая зональность может быть выявлена и изучена путем комплексного геологического, инженерно-геологического, гидрогеологического и геоэкологического картирования (или картографирования) пространственного распространения факторов инженерно-геологических условий с последующим составлением комплекта специализированных карт. Масштаб комплексной съемки зависит от размеров изучаемых территорий и объектов.

В нашем представлении, в зависимости от количества групп факторов инженерно-геологических условий, может быть выделено семь компонентов[1] интегральной инженерно-геологической зональности (без учета физико-географических факторов). На каждой конкретной территории могут проявляться не все компоненты зональности.

Компоненты инженерно-геологической зональности Урала:

1. Геологическое строение, тектоника, история геологического развития региональных структур.
2. Метаморфическая зональность Уральской инженерно-геологической провинции.
3. Зональное проявление флюидно-гидротермальных рудообразующих процессов в региональных структурах Урала.
4. Зональность пространственного распространения вещественных инженерно-геологических комплексов.
5. Зональное проявление природных геологических процессов в региональных структурах Уральского складчатого пояса.

[1] Компонент, по Ожегову С. И. [1], – составная часть чего-либо.

6. Зональность пространственного проявления техногенных факторов в региональных структурах Урала.

7. Гидрогеологическая зональность Урала как компонент инженерно-геологической зональности.

Характеристике компонентов интегральной инженерно-геологической зональности Урала предварим рассмотрение принципов инженерно-геологического районирования.

Инженерно-геологическое районирование – процедура подразделения территории на части, отличающиеся размерами и инженерно-геологическим содержанием (инженерно-геологическими условиями). Другими словами, это – процедура выделения инженерно-геологических структур различного порядка (ранга). *Инженерно-геологическая структура – геологическая структура с присущими ей инженерно-геологическими условиями.* Региональное инженерно-геологическое районирование подразумевает использование системы таксономических единиц (инженерно-геологических структур) с возрастанием их порядка, как это предложено И. В. Поповым: регион – область – район – участок [2]. Введение порядков для одной таксономической единицы (регион, область 1–2 порядков) едва ли целесообразно, поскольку каждая инженерно-геологическая структура соответствует геологической структуре определенного порядка, последующий порядок переводит данный таксон в инженерно-геологическую структуру другого содержания [3]. Разделяя положения И. В. Попова, полагаю возможным предложить следующую систему таксономических единиц для инженерно-геологического районирования складчатых поясов: *инженерно-геологическая провинция – регион – область – подобласть – район – подрайон – участок.*

Инженерная геология как геологическая наука базируется на геологических понятиях. В этой связи должна быть прямая тесная корреляция между геологическими и инженерно-геологическими структурами. В геологии уже давно укоренилось понятие «металлогеническая провинция». Двухтомный геологический словарь, изданный в 1973 г. под ответственной редакцией К. Н. Паффенгольца при участии ведущих геологов СССР, определил *металлогеническую провинцию* как «весьма крупную рудоносную площадь, совпадающую с геосинклинальной системой или сравнимого масштаба крупной структурой платформ, характеризующуюся минерализацией определенного типа и формирующуюся в течение одного или нескольких тектоно-магматических циклов – металлогенических эпох» [4]. Этот термин был введен Делоне (1892 г.), поддержан Спёрром, Линдгреном, корифеями советской геологической школы В. А. Обручевым, А. Е. Ферсманом, С. С. Смирновым, В. И. Смирновым, Ю. А. Билибиным, Е. Т. Шаталовым и др.

На основе приведенной формулировки определим инженерно-геологическую провинцию следующим образом. *Инженерно-геологическая провинция* – весьма крупная территория, охватывающая геосинклинально-складчатую систему (складчатый пояс) или сравнимую по масштабам крупную структуру платформ, формирующаяся в течение одного или нескольких тектоно-магматических циклов и характеризующаяся свойственными ей инженерно-геологическими условиями. Инженерно-геологические структуры последующих порядков коррелятивны с геологическими структурами I–IV порядков[2]. В отдельных случаях по индивидуальным особенностям территорий (состоянию горных пород, геоморфологическим особенностям и др.) могут быть выделены зоны и подзоны, как это предлагает В. Т. Трофимов [6]. Однако их нельзя включать в общий ряд таксономических единиц, поскольку они свойственны любому порядку геологических структур. И. В. Попов предложил выделять геоморфологические провинции по геоструктурным признакам и типам рельефа. К таким

[2] Некоторые исследователи, к сожалению, в понимание инженерно-геологических таксономических единиц вкладывают географическое содержание [5].

провинциям он отнес Урал [2]. Примером инженерно-геологического района в зоне многолетней мерзлоты может служить Надымская площадь ЯНАО, расположенная на широте 65° с.ш. (Грязнов О. Н., Абатурова И. В. и др., 2007). Распределение мерзлотных условий здесь неравномерное. Заболоченные участки пойменных террас, второй и третьей надпойменных террас относятся к подзоне мерзлых торфяников. Первая надпойменная терраса, на которой построены города Надым, Аэропорт, Ст. Надым и др., принадлежит подзоне погребенной реликтовой островной мерзлоты с глубиной залегания кровли 15–25 м. Это позволило построить г. Надым на ленточных фундаментах с заглубленными коммуникациями (водопровод, канализация, теплотрасса).

Инженерно-геологический регион – инженерно-геологическая структура I порядка, представляющая геологическую структуру складчатой системы (пояса) I порядка. На Урале таких структур пять: *Западно-Уральский регион* в объеме Западно-Уральского пояса линейной складчатости; *Центрально-Уральский регион*, охватывающий Центрально-Уральское поднятие; *Главный Уральский регион*, представляющий Главный эвгеосинклинальный пояс в составе Тагильского и Магнитогорского прогибов; *Восточно-Уральский регион* в составе Восточно-Уральского пояса поднятий и сопряженных прогибов; *Зауральский регион* – Зауральский пояс прогибов и остаточных поднятий [7, 8].

Инженерно-геологическая область – инженерно-геологическая структура II порядка, представляет геологические структуры II порядка – мегантиклинории и мегасинклинории. Примером могут служить Полярно-Уральский мегантиклинорий Центрально-Уральского поднятия, Алапаевско-Теченский мегасинклинорий Восточно-Уральского пояса и др.

Инженерно-геологическая подобласть – структура III порядка в объеме антиклинориев и синклинориев. Так, в пределах Полярно-Уральского мегантиклинория (области) с запада на восток выделены: Оченырдско-Манитанырдский горст-антиклинорий (подобласть), Талота-Пайпудынский грабен-синклинорий (подобласть), Нундерминско-Харбейский горст-антиклинорий (подобласть).

Инженерно-геологический район – структура IV порядка, представлена антиклиналями и синклиналями. В качестве иллюстрации рассмотрим северную часть Сысертского антиклинория, входящего в состав Сысертско-Ильменогорского мегантиклинория Восточно-Уральского региона (рис. 1). Здесь в окружении синклинорных структур II–III порядков в пределах Сысертского антиклинория четко выражены антиклинали, представлен-

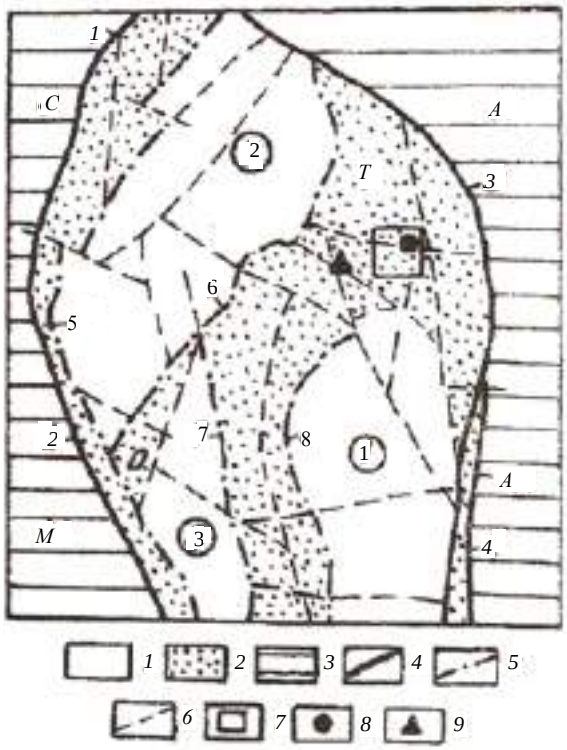


Рис. 1. Схема инженерно-геологического и тектонического районирования северной части инженерно-геологической подобласти Сысертского антиклинория (*по Г. А. Кейльману, А. А. Машарову и В. Ф. Копаневу*): *1* – гнейсовые купола (1 – Шумихинский, 2 – Осиновский, 3 – Иткульский); *2* – межкупольные синклинорные зоны (Т – Ташкульская, О – Орловская); *3* – сопряженные синклинорные структуры Урала II–III порядка (С – Свердловский, М – Магнитогорский, А – Арамильский синклинорий); *4–6* – разломы: 4 – региональные I порядка (1 – Мраморский, 2 – Миасско-Полевской, 3 – Черкаскульско-Сысертский, 4 – Кашинско-Кыштымский), 5 – II порядка (5 – Иткульско-Чусовской, 6 – Орловский; *7* – Иткульский, 8 – Вишневогорско-Черновский); 6 – III–IV порядка; *7* – Верхне-Сысертская площадь; *8* – Верхне-Сысертское месторождение золота; *9* – Карасьевское рудопроявление

ные гнейсовыми куполами (Шумихинским, Осиновским и Иткульским) и сопряженными с ними синклиналями (Ташкульской и Орловской). Те и другие представляют инженерно-геологические районы со своими инженерно-геологическими условиями.

Инженерно-геологический подрайон, как составная часть структур IV порядка, относится к структурам V порядка, занимающим крылья, шарниры, своды, переклинальные замыкания антиклиналей и синклиналей, а также характеризующиеся различным состоянием пород, геоморфологическими особенностями, проявлением геологических процессов и пр.

Инженерно-геологический участок характеризует какую-то часть структур любого порядка, отличную по инженерно-геологическим условиям (закарстованная часть карбонатного массива, площадь развития метаморфизованных горных пород и т. д.).

Инженерно-геологическое районирование необходимо рассматривать в двух аспектах: 1) подразделение территории на инженерно-геологические структуры различных порядков; 2) выявление в каждом таксоне закономерностей пространственного изменения инженерно-геологических условий (инженерно-геологической зональности).

Рассмотрим роль пространственного изменения факторов инженерно-геологических условий как компонентов интегральной инженерно-геологической зональности Уральской инженерно-геологической провинции.

1. Геологическое строение, тектоника, история геологического развития региональных структур

Инженерно-геологическая зональность Уральской инженерно-геологической провинции обусловлена закономерностями пространственного изменения инженерно-геологических условий регионов – Западно-Уральского, Центрально-Уральского, Главного Уральского, Восточно-Уральского и Зауральского. Этот вопрос нами рассмотрен в докладе на юбилейной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Е. М. Сергеева, опубликованном в материалах годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии 21 марта 2014 г. [3], и в данной статье не повторяется. Приведем лишь схему инженерно-геологического районирования Уральского складчатого пояса (рис. 2). Ее содержание раскрыто в легенде.

Инженерно-геологическая зональность регионов как структур I порядка зависит от пространственного распределения инженерно-геологических областей, характеризующихся своими инженерно-геологическими условиями. Это можно проиллюстрировать фрагментом карты инженерно-геологического районирования средней части Урала масштаба 1:5 000 000 (рис. 3). По широте карта охватывает южную часть Северного Урала, Средний Урал и северную часть Южного Урала. На ней отражены фрагменты инженерно-геологических структур I и II порядка.

Центрально-Уральский регион представлен восточной частью инженерно-геологической области Уфалейско-Уралтауского мегантиклинория; Главный Уральский регион – юго-восточной частью Тагильского мегасинклинория и северным окончанием Магнитогорского мегасинклинория. Наиболее полно отражено районирование средней части Восточно-Уральского региона. На западе он граничит с Главным Уральским регионом структурно-вещественными комплексами инженерно-геологических областей Верхотурско-Верхисетского и Сысертско-Ильменогорского мегантиклинориев, разделенных южным окончанием инженерно-геологической области Медведевско-Свердловского мегасинклинория. Последняя к востоку отделяет Верхотурско-Верхисетскую область от области Сосьвинско-Коневского мегантиклинория, который, в свою очередь, сменяется структурно-вещественными комплексами Челябинско-Суундукского мегантиклинория. Восточная часть Восточно-Уральского региона сложена структурно-вещественными комплексами трех инженерно-геологических областей синклинорного строения и состава: Пелымского мегасинклинория на севере, Алапаевско-Теченского – в средней части

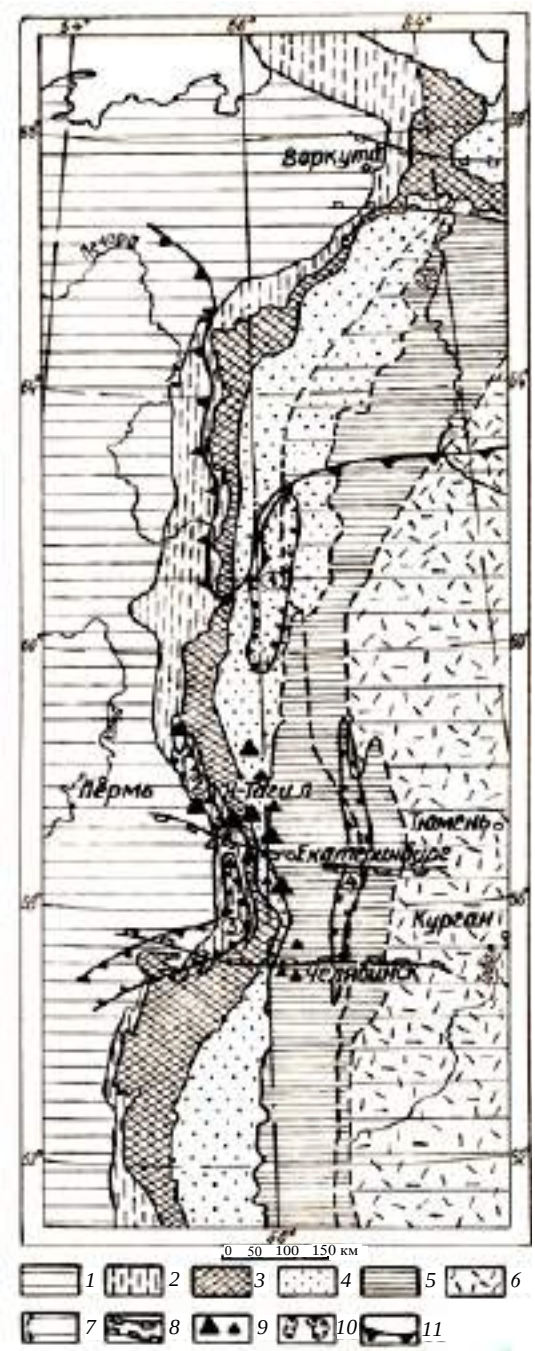


Рис. 2. Схема инженерно-геологического районирования Урала (по Грязнову О. Н. и Дубейковскому С. Г.): *1* – Восточно-Европейская платформа и Предуральский краевой прогиб; *2–6* – региональные структуры I порядка (инженерно-геологические регионы): 2 – Западно-Уральский, 3 – Центрально-Уральский, 4 – Главный Уральский, 5 – Восточно-Уральский, 6 – Зауральский; *7* – MZ-KZ отложения чехла Западно-Сибирской плиты и Тургайского прогиба; *8* – Полярно-Уральская и Средне-Уральская зоны поперечных дислокаций; *9* – эпицентры землетрясений силой 5–6 и 3–4 балла по шкале MSK-64; *10* – области развития карбонатного карста в пределах Уральской инженерно-геологической провинции: 1 – Северо-Уральская, 2 – Западно-Уральская, 3 – Южно-Уральская, 4 – Восточно-Уральская; *11* – граница распространения многолетнемерзлых пород

и Копейско-Брединского мегасинклинория на юге. Зауральский регион сложен структурно-вещественными комплексами инженерно-геологических областей Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория на севере, Камышловского мегантиклинория на западе, Ницкинско-Шадринского мегантиклинория на востоке и Троицко-Карашатауского мегантиклинория на юге. Мегантиклинорные области разделены мегасинклинорными областями. С севера на юг следуют: Добрынинский, Талицкий, Кушманский и Александровско-Денисовский мегасинклинории.

Вещественные комплексы антиклинорных областей, претерпевшие сиалический плутонометаморфизм, представлены глубоко метаморфизованными горными породами нижнего протерозоя, рифея и нижнего палеозоя в ядрах гнейсово-мигматитовых комплексов и породами ордовика-силура сланцевого обрамления. Синклинорные структуры сложены горными породами вулканогенных, вулканогенно-осадочных, терригенных, терригенно-карбонатных, карбонатных комплексов ордовика-силура, девона и нижнего карбона, метаморфизованными в условиях от пренит-пумпеллиитовой (местами цеолитовой) фации до зеленосланцевой фации. Региональные разломы I–II порядков контролируют развитие дислокационного метаморфизма уровня зеленосланцевой, местами глаукофан-сланцевой фации. Физико-географические факторы, ответственные за формирование инженерно-геологических условий рассмотренных регионов и областей, охарактеризованы в статье [9]. Пространственное распределение факторов инженерно-геологических условий определяет инженерно-геологическую зональность средней части Уральского складчатого пояса.

Примером инженерно-геологического районирования *области* на инженерно-геологические подобласти и районы может служить инженерно-геологическая область Алапаевско-Теченского мегасинклинория Восточно-Уральского региона, представляющая северную часть Восточно-Уральской карстовой области (рис. 4). На западе она гра-

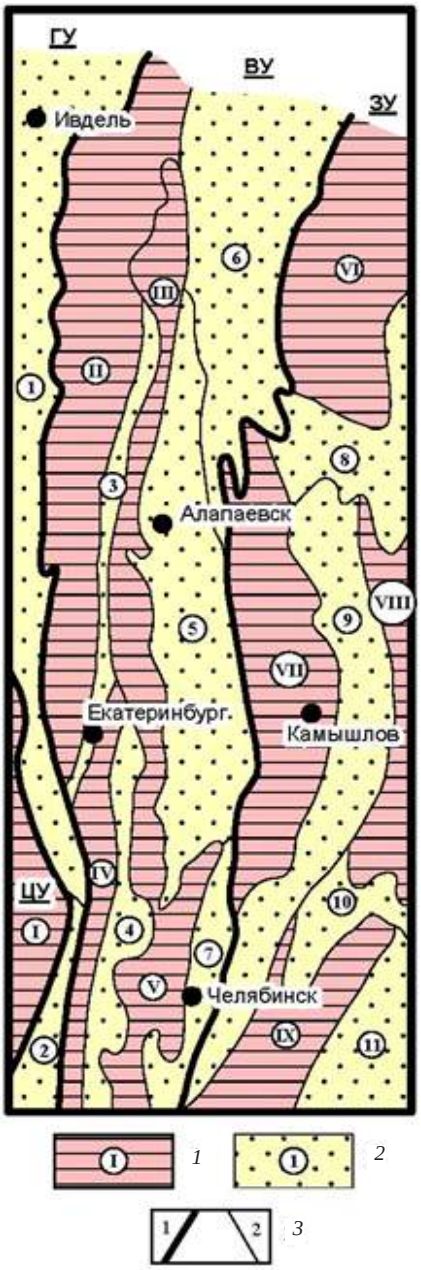


Рис. 3. Фрагмент карты инженерно-геологического районирования Урала (*южная часть Северного Урала, Средний Урал, северная часть Южного Урала – по О. Н. Грязнову; тектоническая основа – по Соболеву И. Д. и Автонееву С. В.*), М 1 : 5 000 000

Инженерно-геологические регионы:

ЦУ – Центрально-Уральский, ГУ – Главный Уральский, ВУ – Восточно-Уральский, ЗА – Зауральский; *1–2* – инженерно-геологические области: 1 в границах мегантиклинориев: I – Уфалейско-Уралтауского, II – Верхотурско-Верхисетского, III – Сосьвинско-Коневского, IV – Сысертско-Ильменогорского, V – Челябинско-Суундукского, VI – Шаимско-Кузнецовского, VII – Камышловского, VIII – Ницинско-Шадринского, IX – Троицко-Карашатауского; 2 – в границах мегасинклинориев: 1 – Тагильского, 2 – Магнитогорского, 3 – Медведевско-Свердловского, 4 – Арамильско-Сухтелинского, 5 – Алапаевско-Теченского, 6 – Пелымского, 7 – Копейско-Брединского, 8 – Добринского, 9 – Талицкого, 10 – Кушманского, 11 – Александровско-Денисовского; *3* – границы: 1 – инженерно-геологических регионов, 2 – инженерно-геологических областей

ничит с инженерно-геологической областью Сосьвинско-Коневского мегантиклинория, на севере – Пелымского мегасинклинория, на юге – Копейско-Брединского мегасинклинория, а на востоке – Камышловского мегантиклинория. Внутреннее строение мегасинклинория как структуры II порядка обусловлено структурами III (подобласти) и IV (районы) порядка. Структуры III порядка представлены Алапаевско-Каменским, Коптеловским и Асбестовско-Толмачевским синклинориями, Махневско-Некрасовским антиклинорием и Некрасовско-Маминским, Кунашакским и Куракли-Маянским блоками сложной истории развития. Синклинории сложены вулканогенно-осадочными комплексами среднего девона – среднего карбона, интрузивными комплексами среднего девона. Антиклинорий сложен плагиогранитами и габброидами верхнего силура – нижнего девона и гранитами среднего девона. В строении блоков сложной истории развития участвуют базальтовые порфириты и их туфы нижнего силура, прорванные интрузивными телами габбро-диоритов нижнего силура, габбро и плагиогранитов верхнего силура – нижнего девона.

Структуры IV порядка (инженерно-геологические районы) разнообразны по условиям образования, строению и составу. Среди них выделены синклинали, антиклинали, блоки сложной истории развития и наложенные впадины периода мезозойской тектономагматической активизации (рис. 4). Синклинали сложены терригенными угленосными, терригенно-карбонатными и карбонатными отложениями нижнего карбона и терригенно-вулканогенными комплексами среднего карбона. Они контролируют активное развитие карста и карстово-суффозионных процессов. В строении антиклиналей участвуют вулканогенные, терригенные, терригенно-карбонатные комплексы среднего девона, прорванные интрузивами гипербазитов, габбро, габбро-

диоритов и гранитов среднего девона, а также терригенно-карбонатные комплексы верхнего девона. Блоки сложной истории развития по составу идентичны блокам III порядка. Наложенные триас-юрские впадины выполнены угленосной молассой.

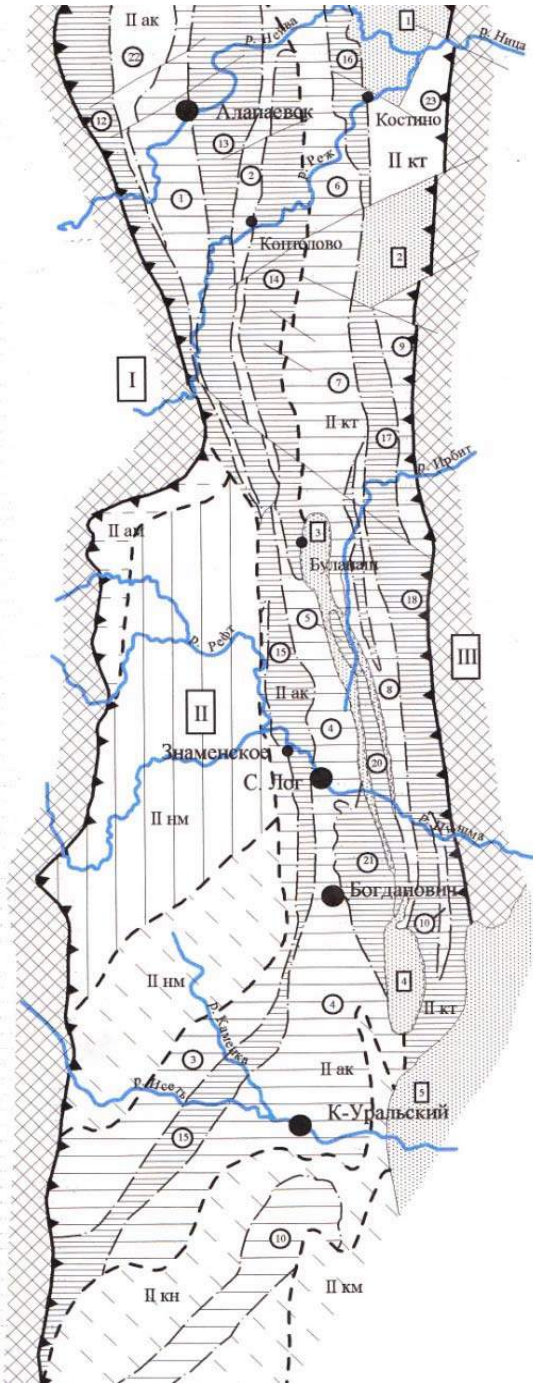


Рис. 4. Схема тектонического и инженерно-геологического районирования области Алапаевско-Теченского мегасинклинория.

Сост. Грязнов О. Н. по материалам Анненковой М. Н., Рапопорта М. С., Грабежевой Т. Г., Зонова В. С., Савельевой К. П., Заборовского В. Г., Шалагинова В. В.

Границы структур различных порядков:

1 – структуры II порядка, 2 – структуры III порядка, 3 – структуры IV порядка, 4 – триас-юрские наложенные впадины; 5 – разломы

Инженерно-геологическое и тектоническое районирование: региональные структуры II порядка (инженерно-геологические области):

мегантиклинории: I – Сосьвинско-Коневский, III – Камышловский; мегасинклинории: II – Алапаевско-Теченский

Структуры III порядка (инженерно-геологические подобласти):

синклинории

антиклинории

блоки сложной истории развития

Структуры IV порядка (инженерно-геологические районы):

синклинали

антиклинали

блоки сложной истории развития

триас-юрские наложенные впадины и грабены

Структуры III порядка (инженерно-геологические подобласти): синклинории – Алапаеско-Каменский (II ак), Коптеловский (II кт), Асбестовско-Толмачевский (II ам); антиклинории – Махневско-Некрасовский (II мн), блоки сложной истории развития – Некрасово-Маминский (II нм), Кунашакский (II кн), Куркали-Маянский (II км); структуры IV порядка (инженерно-геологические районы): синклинали – Заряновская ①, Коптеловская грабен-синклиналь ②, Смолинская ③, Егоршинско (Сухоложско)-Каменская ④, Верхне-Ирбитская ⑤, Лопатовская ⑥, Буланашская ⑦, Таушкановская ⑧, Шайтанская ⑨, Нижне-Полдневская ⑩, Усть-Багарякская грабен-синклиналь ⑪; антиклинали – Ясашнинско-Кулигинская ⑫, Алапаевская ⑬, Ялунинско-Мостовская ⑭, Сухоложско-Щербаковская ⑮, Костинская ⑯, Писанская ⑰, Паршинская ⑱, Клещевская моноклиналь ⑲, Ново-Пышминская горст-антиклиналь ⑳; Прищановская ㉑; блоки сложной истории развития – Верхне-Алапаихинский ㉒, Монастырский габбро-серпентиновый массив ㉓; триас-юрские наложенные тектонические структуры – Яланско-Чернышевский грабен [1], Бачурский грабен [2], Буланаш-Елкинская впадина [3], Колчеданная впадина [4], Ильинско-Борисовская впадина [5].

Пространственное распределение разнообразных по строению и составу структур III и IV порядка обусловливают инженерно-геологическую зональность структур II порядка (областей).

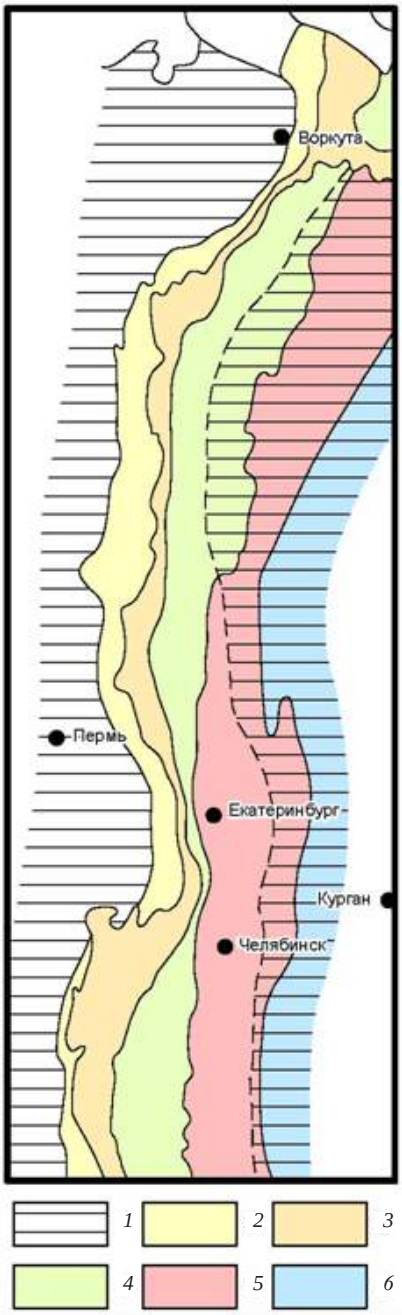


Рис. 5. Карта-схема метаморфической зональности Урала, М 1 : 7500000:
1 – Восточно-Европейская платформа (на западе) и MZ–KZ отложения чехла Западно-Сибирской плиты (на востоке); *2–6* – метаморфическая зональность регионов: 2 – Западно-Уральского, 3 – Центрально-Уральского, 4 - Главного Уральского, 5 – Восточно-Уральского, 6 – Зауральского.
Пояснения в тексте и табл. 1

2. Метаморфическая зональность Уральской инженерно-геологической провинции

Зональное проявление процессов регионального метаморфизма в структурно-вещественных комплексах коренной основы инженерно-геологических регионов обусловило метаморфическую инженерно-геологическую зональность Уральской инженерно-геологической провинции (рис. 5, табл. 1) [10].

В *Западно-Уральском регионе* начальный метаморфизм цеолитовой фации проявился в карбонатных (известняки, доломиты) и терригенно-карбонатных (песчаники, конгломераты, алевролиты, известняки) комплексах верхнего девона – нижнего карбона и перми. Метаморфизм пренит-пумпеллиитовой фации установлен в породах терригенно-карбонатных комплексов нижнего ордовика – силура. Зеленокаменный метаморфизм пренит-пумпеллиитовой фации зафиксирован в локально распространенных эффузивах среднего состава венд-кембрийского возраста.

Центрально-Уральский регион характеризуется интенсивным проявлением регионального метаморфизма различных геологических типов и фациальных уровней в глубоко эродированных геологических структурах. Терригенные, осадочно-вулканогенные комплексы рифея, ордовика–силура, эффузивы основного, среднего, местами кислого состава синклинорных структур претерпели зеленосланцевый метаморфизм фации зеленых сланцев.

В гнейсово-мигматитовых комплексах антиклинорных структур (Харбейском Полярно-Уральского мегантиклинория, Хобеинском одноименного антиклинория Приполярного Урала, Уфалейском Уралтауского мегантиклинория и Тараташском одноименного антиклинория Южного Урала) породы ядер диапироидов глубинного субстрата пережили сиалический плутонометаморфизм с образованием амфиболитов, мигматизированных амфиболитов, амфиболовых гнейсов, гранито-гнейсов архея, нижнего протерозоя, рифея в условиях амфиболитовой фации метаморфизма. Кристаллические сланцы позд-

него рифея сланцевого обрамления возникли в условиях эпидот-амфиболитовой фации, а зеленые сланцы ордовика-силура – в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма. В купольных структурах происходило формирование габброидов и гранитоидов возраст-

Таблица 1

Геологические типы и фации регионального метаморфизма в инженерно-геологических регионах Урала

Инженерно-геологические регионы Урала	Геологические типы метаморфизма					
	Начальный	Зелено-каменный	Зелено-сланцевый	Дислокационный	Симатический плутоно-метаморфизм	Сиалический плутоно-метаморфизм
Западно-Уральский	Ц, ПП*	ПП				
Центрально-Уральский			ЗС	ГС, ЗС		А / ЭА, ЗС
Главный Уральский		ЗС, ПП	ЗС, ПП	Э, ГС, ЗС	ГР, Э, А / ЭА, ЗС	
Восточно-Уральский	ПП	ЗС, ПП	ЗС, ПП	ЗС		А(ГР) / ЭА, ЗС
Зауральский	ПП	Ц, ПП,ЗС	ЗС, ПП	ЗС		А / ЭА, ЗС

* Фации метаморфизма: Ц – цеолитовая, ПП – пренит-пумпеллиитовая, ЗС – зеленосланцевая, ГС – клаукофансланцевая, ЭА – эпидот-амфиболитовая, А – амфиболитовая, ГР – гранулитовая, Э – эклогитовая.

$\frac{А}{ЭА, ЗС}$: в числителе – в породах ядра, в знаменателе – в сланцевом обрамлении и породах рамы.

ного интервала от венда-кембрия до раннего карбона. В зонах пограничных разломов, отделяющих Центрально-Уральский регион от Главного Уральского региона, породы подверглись дислокационному метаморфизму в условиях глаукофансланцевой и зеленосланцевой фаций.

В Тагильском и Магнитогорском прогибах *Главного Уральского региона* эффузивы основного, среднего, местами кислого состава вулканогенно-осадочных комплексов ордовика – нижнего силура, девона, породы терригенных, карбонатных, терригенно-карбонатных комплексов среднего девона, верхнего девона – нижнего карбона претерпели зеленосланцевый региональный метаморфизм зеленосланцевой, местами пренит-пумпеллиитовой фаций. В отдельных структурах вулканогенные породы подверглись зелено-каменному перерождению тех же фациальных уровней.

Гипербазиты офиолитовых комплексов диапироидов отторженцев меланократового основания и вмещающие их горные породы рифея и нижнего палеозоя в зоне Главного Уральского глубинного разлома (ГУГРа) в полярном секторе Тагильского мегасинклинория (на юге до широты г. Инты в Предуральском прогибе), пережили зональный симатический (фемический) плутонометаморфизм температурных уровней от гранулитовой, эклогитовой и амфиболитовой фаций в ядре до эпидот-амфиболитовой, местами зеленосланцевой фации в породах рамы. В шовных зонах ГУГРа, разделяющего Центрально-Уральский и Главный Уральский регионы от Приполярного Урала до северной части Южного Урала, на широтном отрезке от Няксимволя на севере до Верхнего Уфалея на юге, эффузивы основного состава нижнего силура и сопряженные с ними горные породы претерпели симатический плутонометаморфизм на уровне эпидот-амфиболитовой – зеленосланцевой фаций с образованием амфи-

боловых сланцев, эпидотовых амфиболитов, кристаллических и зеленых сланцев [11]. Альпинотипные гипербазиты зоны ГУГРа (дуниты, перидотиты, пироксениты) подвержены зеленокаменному метаморфизму зеленосланцевой и пренит-пумпеллиитовой фаций.

В гранитоидных массивах среднего девона зафиксированы автометаморфические (автометасоматические) изменения на уровне минеральных замещений. В контактовых зонах интрузивных массивов гранитоидов вмещающие горные породы подверглись контактовому метаморфизму на уровне амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций. Зоны пограничных разломов контролируют развитие дислокационного метаморфизма с преобразованием горных пород на уровне эклогитовой, глаукофансланцевой и зеленосланцевой фаций.

Структурно-вещественные комплексы *Восточно-Уральского региона* характеризуются интенсивным проявлением разнообразного регионального метаморфизма. Этот регион контролирует наибольшее количество (по сравнению с другими регионами) гнейсово-мигматитовых комплексов (12 из 23 исследованных в провинции), являясь главным гранитным поясом Урала. В синклинорных структурах эффузивы основного, среднего состава при участии кислых пород ордовика-силура, породы вулканогенно-осадочных комплексов силура-девона, терригенные комплексы нижнего палеозоя метаморфизованы в условиях зеленосланцевой, пренит-пумпеллиитовой фаций зеленосланцевого метаморфизма, в отдельных структурах они преобразованы зеленокаменным метаморфизмом на тех же фациальных уровнях. Изменения горных пород терригенно-карбонатных и карбонатных комплексов верхнего девона – карбона и нижнего карбона не превысили уровня пренит-пумпеллиитовой фации, а в ряде мест цеолитовой фации начального метаморфизма.

Горные породы антиклинорных структур на всем протяжении Восточно-Уральского региона от широты Полярного Урала до Южных Мугоджар представлены производными сиалического плутонометаморфизма. Ядра гнейсово-мигматитовых комплексов (Салехардского на широте Полярного Урала, Березовского, Васькинского и Яблыньского на широте Приполярного Урала, Салдинского, Гаевского Северного Урала, Мурзинско-Адуйского Среднего Урала, Сысертско-Ильменогорского и Адамовского Южного Урала, Текельдытауского, Кайрактинского и Талдыкского Мугоджарского мегантиклинория) сложены гнейсами, гранито-гнейсами, амфиболитами, амфиболовыми гнейсами, мигматитами позднего протерозоя – раннего палеозоя, образованными на уровне амфиболитовой фации. Сланцевые обрамления ядер представлены кристаллическими сланцами, амфиболовыми сланцами, кварцитами верхнего ордовика, возникшими при метаморфизме эпидот-амфиболитовой фации, зелеными сланцами нижнего силура, обязанными метаморфизму зеленосланцевой фации.

Интрузивные образования среди пород субстрата представлены автохтонными и аллохтонными гранитоидами, апогаббровыми амфиболитами, оливин-энстатитовыми или антофиллитовыми гипербазитами, интенсивно серпентинизированными и оталькованными, а также хромитоносными антигоритовыми серпентинитами с реликтами перидотитов и дунитов. Разломы I–III порядков уральского направления контролируют проявление зеленосланцевого дислокационного метаморфизма [10].

Метаморфизм *Зауральского региона* изучен слабо ввиду его перекрытия мезозойско-кайнозойскими отложениями чехла Западно-Сибирской плиты. Отчасти структуры региона вскрыты долинами рек Южного Зауралья. В синклинорных структурах эффузивы основного, среднего, отчасти кислого состава рифейского, силурийского, девонского возраста, осадочно-вулканогенные комплексы ордовика, силура, девона подверглись зеленосланцевому метаморфизму на уровне зеленосланцевой и пренит-пумпеллиитовой фаций, в отдельных структурах породы преобразованы в условиях зеленокаменного метаморфизма на уровне от цеолитовой до зеле-

носланцевой фации. Терригенные комплексы нижнего карбона и карбонатные комплексы среднего карбона изменены в условиях начального метаморфизма на уровне пренит-пумпеллиитовой фации.

В антиклинорных структурах известны два крупных гнейсово-мигматитовых комплекса – Мариинский и Красногвардейский. Породы Красногвардейского комплекса в естественных обнажениях практически не наблюдались. Мариинский комплекс вскрыт в долинах рек Синташта и Берсуат [12]. Мариинский ГМК приурочен к одноименному антиклинорию, входящему в состав Троицкого мегантиклинория. Ядро комплекса сложено амфиболитами, амфиболовыми и слюдяными гнейсами, диорито-гнейсами, гранито-гнейсами позднего протерозоя – раннего палеозоя, образованными в условиях амфиболитовой фации сиалического плутонометаморфизма, гранитами, плагиогранитами при участии габбро и серпентинитов. Сланцевое обрамление представлено кварцитами, кварц-слюдяными сланцами, эпидот-амфиболовыми сланцами нижнего палеозоя. В зонах региональных разломов проявлен зеленосланцевый дислокационный метаморфизм.

3. Зональное проявление флюидно-гидротермальных рудообразующих процессов в региональных структурах Урала

Рассматриваемый компонент интегральной инженерно-геологической зональности Уральской металлогенической провинции играет существенную роль как региональный фактор инженерно-геологических условий в связи с большим количеством месторождений твердых полезных ископаемых разнообразных промышленно-генетических типов с широким спектром инженерно-геологических условий [8, 13]. По данным Л. Н. Овчинникова, по состоянию на конец 70-х годов XX века на Урале отработано более 200 месторождений. В. А. Прокин на начало XXI столетия называет 107 месторождений, находящихся на разных стадиях изучения и разработки [14]. В связи с неравномерной поисковой изученностью Урала основное количество месторождений выявлено в его южной половине – на Северном, Среднем и Южном Урале (в Свердловской, Челябинской, Оренбургской областях и Республике Башкортостан). В поперечном сечении пояса они сконцентрированы в Центрально-Уральском, Главном Уральском и Восточно-Уральском регионах. Часть железорудных месторождений выявлена в Зауральском регионе, а месторождения углей, солей и других нерудных ископаемых – в структурах Предуральского прогиба. Это характеризует особенности инженерно-геологической зональности геологических структур различных порядков, контролирующих закономерности размещения месторождений.

При рассмотрении региональных геологических факторов мы уже отмечали, что эндогенные месторождения Уральского складчатого пояса принадлежат 62 рудным формациям, относящимся к 29 рудоносным метасоматическим формациям, объединенным в 3 класса и 4 генетических группы: магматогенных (плутоногенных, плутоногенных-вулканогенных, вулканогенных), метаморфогенных (связанных с плутонометаморфизмом и зональным региональным метаморфизмом) и полигенных формаций [8, 15].

Под метасоматической формацией нами понимается устойчивая ассоциация метасоматических горных пород, возникшая в результате проявления единого во времени и пространстве петрогенетического процесса. Каждая метасоматическая формация характеризуется генетическими взаимоотношениями с магматизмом или метаморфизмом, конкретными геологическими условиями образования, индивидуальными чертами строения метасоматических тел, устойчивым минеральным и химическим составом, определенными РТХ-условиями развития, геохимической и металлогенической специализацией. Рудоносной является метасоматическая формация, полезные компоненты которой связаны с тем же петрорудогенетическим процессом [16]. Метасоматические формации реализуются в виде конкретных геологических (метасоматических) тел с соответствующими параметрами – ореолов и ареалов.

Ореол представляет собой геологическое

тело, сложенное ассоциацией метасоматических горных пород (при разной интенсивности преобразования эдукта), принадлежащей конкретной метасоматической формации. Контурами ореолов служат конкретно наблюдаемые (или устанавливаемые по шлифам) границы метасоматических тел.

Ареал – площадь, в структурно-вещественных комплексах которой установлено наличие метасоматических минералов, горных пород, фаций или формаций с детальностью наблюдений в масштабе кондиционной съемки. Ограничениями ареалов являются естественные геологические границы массивов, толщ, свит, геологических комплексов, формаций, контролирующих развитие метасоматических ассоциаций, разломы, а также интер- и экстраполяционные контуры, обусловленные сетью наблюдений. Линейные размеры ареалов изменяются от нескольких сотен метров до десятков километров, что допускает применение масштабов съемки 1 : 50 000 – 1 : 200 000.

Основными объектами картографирования служат ореолы и ареалы метасоматических формаций, при региональных работах ареалы семейств и групп формаций.

Разработанные нами принципы и методы картирования (и картографирования) рудоносных метасоматических образований позволяют картировать их практически в любом масштабе (табл. 2).

Таблица 2

Объекты картирования метасоматических образований при различных масштабах карт [15]

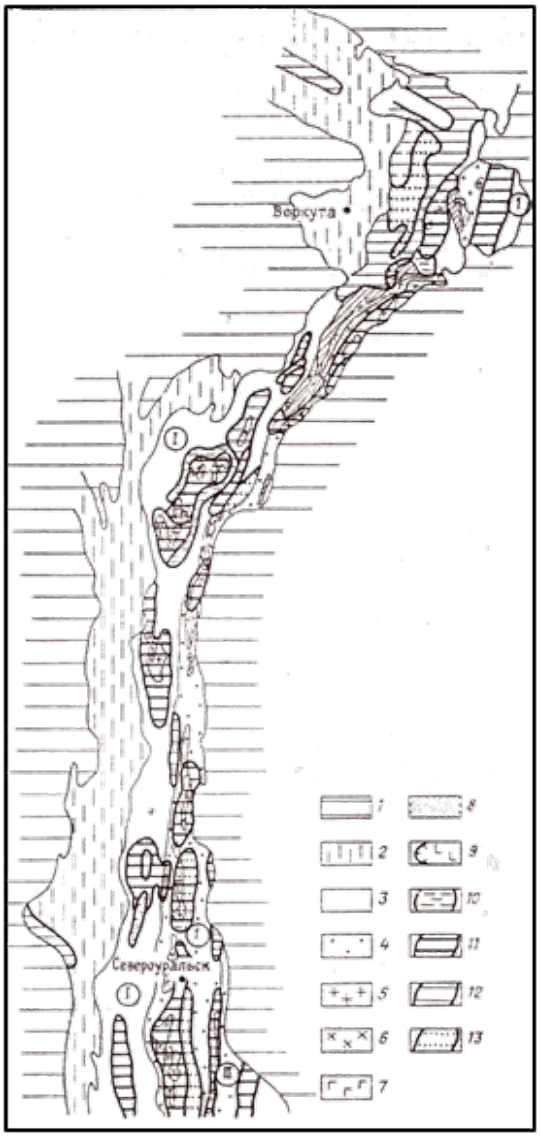
Объекты картирования		Масштабы карт						
Метасоматические образования	Метасоматические тела	1:200-1:1000	1:2000	1:10000	1:50000	1:200000	1:500000	1:1000000-1:1500000
Минерал	Ореол	+	+					
	Ареал			+	+	+		
Горная порода	Ореол	xx	xx	+				
	Ареал			xx				
Фация	Ореол	+	xx	+				
	Ареал			xx	+			
Формация	Ореол			xx	xx			
	Ареал			xx	xx	xx	+	+
Семейство сопряженных формаций	Ареал				+	xx	xx	xx
Группа формаций	Ареал						+	xx

xx – основные объекты картирования, + – второстепенные

На этой основе составлена схематическая карта распространения ареалов групп рудоносных метасоматических формаций в региональных структурах Урала масштаба 1 : 7 500 000 (рис. 6). Она отражает региональную полиформационную метасоматическую зональность, а в комплексе с другими факторами – инженерно-геологическую зональность. Центрально-Уральский регион характеризуется преимущественным развитием плутоногенных формаций при подчиненном участии плутоногенных – вулканогенных и метаморфогенных формаций. В Главном Уральском регионе превалируют вулканогенные формации при участии плутоногенных и плутоногенных – вулканогенных. Восточно-Уральский регион отличается широким развитием метаморфогенных формаций гнейсово-мигматитовых комплексов и плутоногенных формаций при подчиненном значении других. В Зауральском регионе превалируют плутоногенные – вулканогенные и плутоногенные формации.

Более контрастно роль метасоматической зональности как компонента инженерно-ге-

ологической зональности проявляется при изучении инженерно-геологических областей и районов. Метасоматическая зональность инженерно-геологической области Полярно-Уральского мегантиклинория представлена на рис. 7. На карте масштаба 1 : 500 000, со-



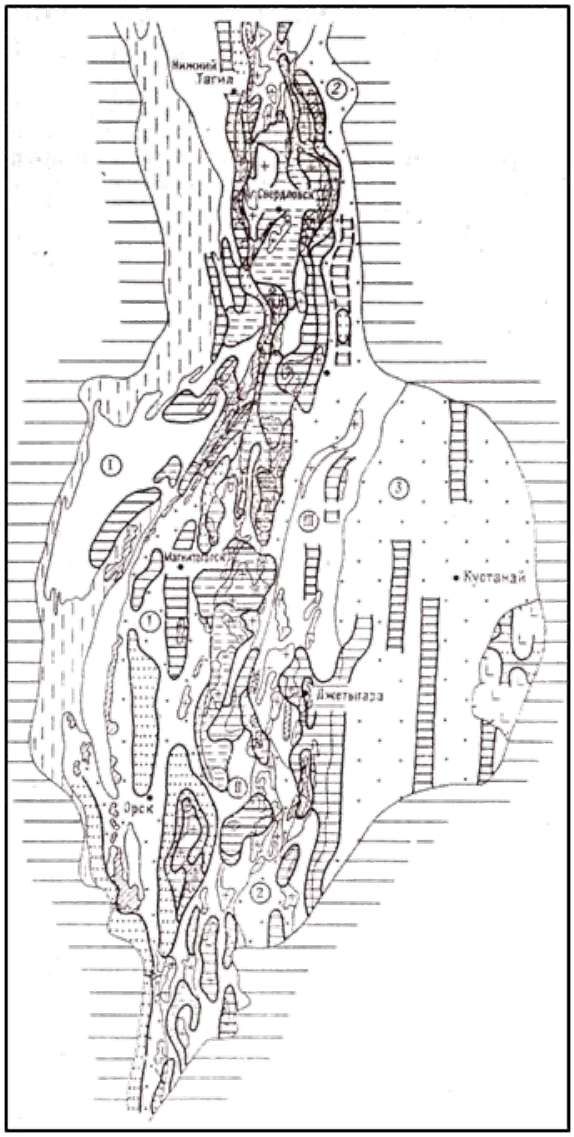


Рис. 6. Схематическая карта распространения рудоносных метасоматических формаций Урала. М 1 : 7 500 000:
1 – Русская платформа и Западно-Сибирская плита; *2* – Западно-Уральская зона складчатости; *3* – поднятия (цифры в кружках: I – Центрально-Уральское, II – Восточно-Уральское, III – Зауральское); *4* – прогибы (цифры в кружках: 1 – Тагило-Магнитогорский, 2 – Восточно-Уральский, 3 – Тюменско-Кустанайский); *5* – гранитоиды; *6* – миаскиты; *7* – габброиды; *8* – гипербазиты; *9* – базальтоиды Кушмурунской депрессии; *10–13* – рудоносные метасоматические формации Урала: 10 – метаморфогенные, 11 – плутогенные, 12 – плутогенно-вулканогенные, 13 – вулканогенные

ставленной Григорьевым В. В., Грязновым О. Н., Елохиным В. А. и Чесноковым В. И., показаны [16]: геологические формации и метаморфизм: 1–3 – верхний структурный этаж: 1–2 – уралиды Талота-Пайпудынского грабен-синклинория: 1 – елецкие фации – известняково-песчано-алевролитовая (O_{2-3}), алеврит-песчаная (O_{1-2}) формации; зеленосланцевый метаморфизм эпидот-хлоритовой субфации с реликтами зеленокаменного метаморфизма пренит-пумпеллиитовой фации; 2 – лемвинские фации – известняково-песчано-алевритовая, песчано-глинисто-алевритовая углеродистая, натровых базальтов

– риолитов, натровых базальтов ($O_{1–2}$), трахибазальтовая ($Є_3–O_1$) формации; зеленосланцевый метаморфизм эпидот-хлоритовой,

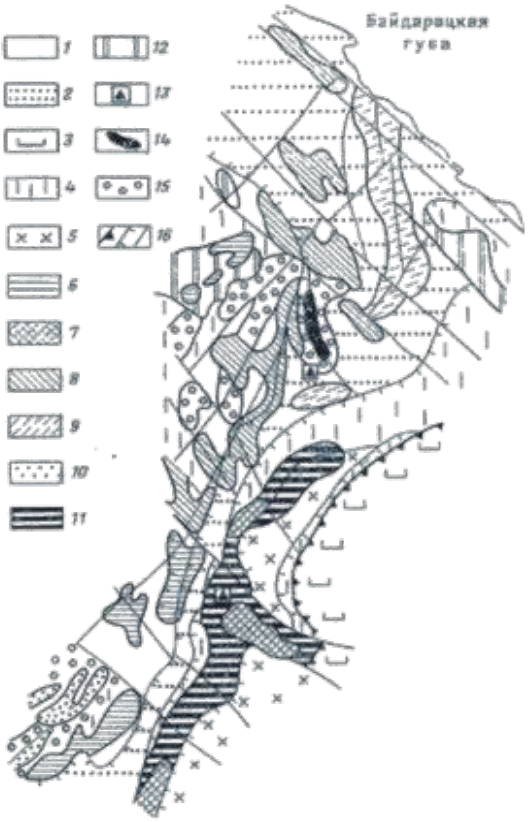


Рис. 7. Карта ареалов рудоносных метасоматических формаций инженерно-геологической области Полярно-Уральского мегасинклинория.
Масштаб 1 : 500 000. *Пояснения в тексте*

хлорит-серицитовой субфаций с реликтами зеленокаменного метаморфизма пренит-пумпеллиитовой фации; 3 – Щучьинский синклинорий: дунит-перидотитовая формация серпентинизированная (O–S); 4 – средний структурный этаж, байкалиды Малокарского и Харбейского горст-антиклинориев: базальт-риолитовая (V–Є), базальт-андезит-дацитовая (R_3–V), глинисто-песчано-алевритовая ($R_{2–3}$), натровых базальтов-риолитов ($R_{2–3}$) формации; зеленосланцевый метаморфизм актинолит-эпидот-хлоритовой субфации в метабазитах и эпидот-мусковитовой субфации в метапелитах; 5 – нижний структурный этаж, карелиды Харбейского горст-антиклинория: мигматит-гранитная, алеврит-глинисто-песчаная, метабазальтовая (PR) формации; сиалический плутонометаморфизм амфиболитовой и эклогитовой фаций.

Ареалы рудоносных метасоматических формаций и семейств формаций: 6 – гидрослюдистых метасоматитов ($PZ_{2–3}$), 7 – альбититовая ($PZ_{2–3}$), 8 – лиственит-березитовая ($D_2–C_1$), 9 – пропилитовая и лиственит-березитовая ($O_1–S_1$), 10 – лиственит-березитовая ($Є–O_1$), 11 – грейзеновая (PZ_1), 12 – лиственит-березитовая ($V–Є_1$), 13 – известковых скарнов (R_3–V), 14 – оксеталитовая (R_3–V), 15 – пропилитовая и кварц-хлорит-серицитовых метасоматитов ($R_{2–3}$). Разрывные нарушения: 16 – ГУГР, взбросо-надвиги и разломы II–III порядков.

Примером проявления сложной полиформационной метасоматической зональности и метаморфизма может служить северное обрамление Верхисетского плутона (рис. 8). Представленный на рисунке фрагмент карты масштаба 1 : 200 000 листа 0-41-X1X отражает зональность пограничной области двух региональных структур Восточно-Уральского региона средней части Урала [17]. Западная и центральная часть рисунка охватывает фрагмент инженерно-геологической области Верхотурско-Верхисетского мегантиклинория. Остальная площадь принадлежит инженерно-геологической подобласти Свердловского синклинория. Гидротермальный метасоматоз выразился в проявлении линейных зон аргиллизации (АР (PZ_3) с U-Mo геохимической специализацией, развитии ареалов лиственит-березитовой формации (ЛБ C_1), контролирующей Au-минерализацию, серпентинитовой формации (СЕ C_1) и формаций кварц-хлорит-серицитовых метасоматитов (КХС S_1 и D_2) с колчеданной минерализацией. Геологические типы и фации метаморфизма представлены: контактовым метаморфизмом амфиболитовой (амфибол-роговиковой) и эпидот-амфиболитовой (амфибол-эпидот-роговиковой) фаций внутренних и внешних зон экзоконтактов интрузивов, симатическим (фемическим) плутонометаморфизмом (Ф S_1) зеленосланцевой фации в гипербазитах (серпентиниты лизардит-хризотил-антигоритовые), региональным зеленосланцевым метаморфизмом (ЗС S), региональным зеле-

нокаменным метаморфизмом (ЗК D_2) пренит-пумпеллиитовой и зеленосланцевой фаций; начальным метаморфизмом цеолитовой фации. Автометасоматоз в гранитоидах верхисетского и тагильского комплексов выразился в калишпатизации и биотитизации пород.

Рис. 8. Фрагмент карты рудоносных метасоматических формаций и метаморфизма масштаба 1 : 200 000 северного обрамления Верхисетского плутона [17]. *Пояснения в тексте*

4. Инженерно-геологическая зональность как функция пространственного распространения вещественных инженерно-геологических комплексов

Вещественные инженерно-геологические комплексы (ВИГК) – массивы горных пород коренной основы и перекрывающие их покровные отложения различного происхождения, возраста и состава со свойственными им инженерно-геологическими характеристиками [8]. Горные породы коренной основы определяют инженерно-геологические условия слагаемых ими массивов и, как следствие, инженерно-геологические условия геологических структур различных порядков: районов – областей – регионов. Пространственное распределение ВИГК в пределах геологических структур обусловливает их инженерно-геологическую зональность. В этой связи геологическая карта, как документ, отражающий пространственные и возрастные взаимоотношения геологических тел различных размеров, происхождения, содержания и возраста, косвенно характеризует инженерно-геологическую зональность соответствующей территории. Естественно, геологическая карта не заменяет инженерно-геологической карты, но служит ее основой.

Поскольку геологические карты составляются по горным породам коренной основы со снятым чехлом рыхлых отложений, для полноты изучения инженерно-геологических условий площади необходимы карты покровных отложений. Они составляются как карты четвертичных или мезозойско-кайнозойских отложений, в зависимости от конкретных геологических условий изученной территории. Такие карты имеют большое инженерно-геологическое значение при планировании промышленного и гражданского строительства,

особенно во вновь осваиваемых районах. В качестве примера приведем карту глубин залегания подошвы чехла коры выветривания города Екатеринбурга, составленную А. Ю. Деминой и А. Н. Гуляевым при изучении роли сейсмичности в аварийных ситуациях

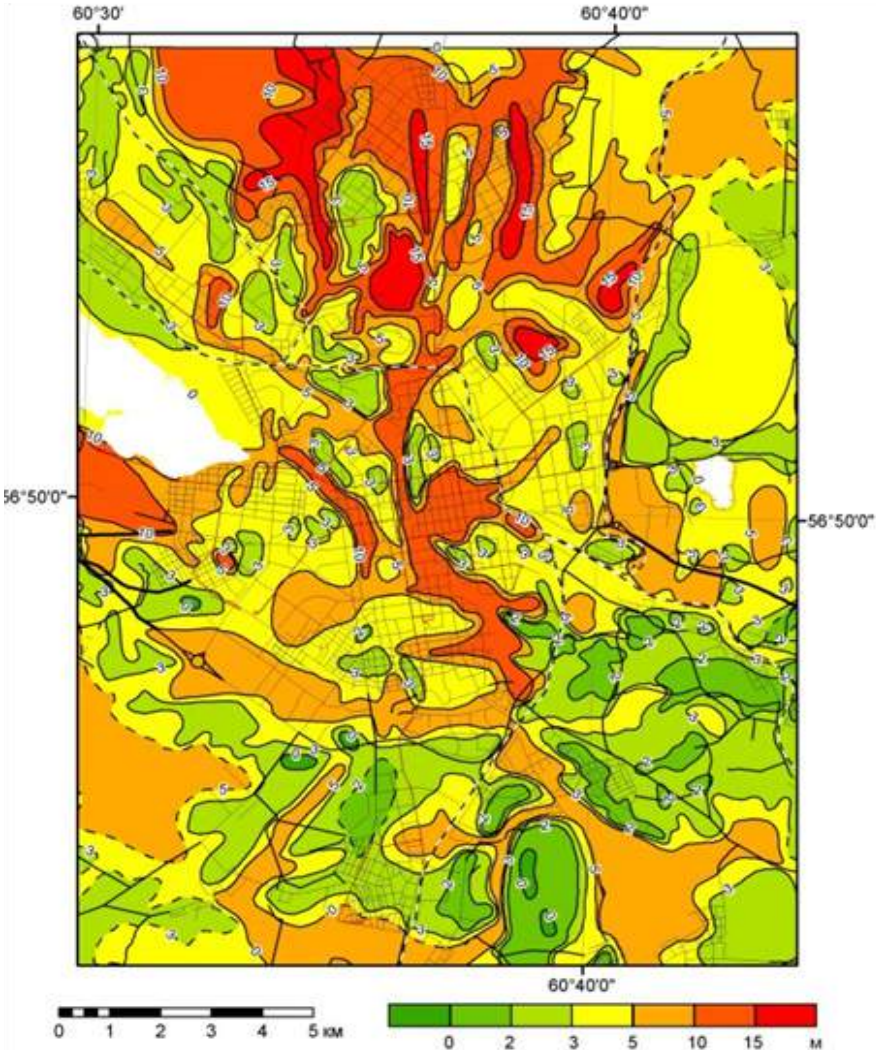


Рис. 9. Схема глубин залегания подошвы чехла коры выветривания Екатеринбурга.
Сост. Демина А. Ю., Гуляев А. Н., 2005 г.

на инженерных сооружениях городской территории (рис. 9).

Покровные отложения по составу и свойствам характеризуются большим разнообразием генетических типов. Их инженерно-геологические особенности определяются количественными соотношениями связных грунтов (глин, суглинков, супесей) и грубообломочных фракций. Эти соотношения широко варьируют как на локальном, так и региональном уровнях. Некоторые представления об этом можно получить при анализе гранулометрического состава покровных отложений инженерно-геологических регионов Урала (табл. 3).

5. Зональное проявление природных геологических процессов в региональных структурах Уральского складчатого пояса

Пространственное проявление природных и техноприродных геологических процессов и связанных с ними явлений Уральской инженерно-геологической провинции обусловлено геолого-структурными, геоморфологическими особенностями региональных структур различных порядков, составом и свойствами слагающих их горных пород коренной основы и покровных отложений, и климатической зональностью. На рис. 10 от-

Таблица 3

Гранулометрический состав связных грунтов покровных отложений инженерно-геологических регионов Урала в пределах Свердловской области
(по материалам Глазыриной Н. С., Грязнова О. Н., Нечаевой Н. Н.)

Генетические типы отложений	Центрально-Уральский			Главный Уральский			Восточно-Уральский			Зауральский		
	< 0,005 мм*	0,005–0,05 мм*	0,05–2,0 мм*	< 0,005 мм	0,005–0,05 мм	0,05–2,0 мм	< 0,005 мм	0,005–0,05 мм	0,05–2,0 мм	< 0,005 мм	0,005–0,05 мм	0,05–2,0 мм
Элювиальные (e)				$\frac{1-14}{7,0}31$	$\frac{13-62}{37,0}31$	$\frac{26-85}{56,0}31$	$\frac{0-33}{8,4}27$	$\frac{25-85}{54,3}27$	$\frac{12-62}{37,3}27$			
Элювиально-делювиальные (ed)							$\frac{1-38}{12,8}30$	$\frac{28-75}{49,5}30$	$\frac{7-72}{37,7}30$			
Делювиальные (d)	$\frac{13-22}{18,9}25$**	$\frac{60-66}{64,1}25$	$\frac{12-22}{17,0}25$	$\frac{7-42}{14,0}14$	$\frac{36-63}{49,3}14$	$\frac{20-52}{36,7}14$	$\frac{7-42}{14,0}14$	$\frac{36-63}{49,3}14$	$\frac{20-52}{36,7}14$	$\frac{5-36}{17,0}33$	$\frac{21-59}{40,0}33$	$\frac{5-63}{43,0}33$
Аллювиальные (a)										$\frac{4,6-49,3}{33,0}153$	$\frac{2,6-71,09}{37,0}153$	$\frac{4,08-89,5}{40,0}153$
Озерно-аллювиальные (la)										$\frac{-}{29,0}38$	$\frac{-}{43,0}38$	$\frac{-}{27,0}38$
Озерно-болотные (lb)										$\frac{30,8-49,3}{34,8}24$	$\frac{19,5-68,1}{47,4}24$	$\frac{6,9-45,5}{17,6}24$

* < 0,005 мм – глинистая фракция
0,005–0,05 мм – пылеватая фракция
0,05–2,0 мм – песчаная фракция

** $\frac{C\,\min\,\% - C\,\max\,\%}{\text{Ср}\,\%}\,n$

Процессы	Явления		Инженерно-геологические регионы				
	Природные	Техноприродные	ЗПУ	ЦУ	ГУ	ВУ	ЗУ
Сейсмические	Землетрясения: перемещения, провалы, обвалы, оползни, лавины	Повреждение инженерных сооружений, жилых зданий, наведенная сейсмичность					
Выветривание	Дезинтеграция горных пород	Техногенная активизация процессов выветривания					
	Коры выветривания						
Эрозионные, абразионные, флювиальные	Овражная эрозия	Техногенная активизация овражной, береговой эрозии, абразии, техногенная абразия					
	Речная эрозия, сели						
	Абразия						
Гравитационные (склоновые)	Осыпи, курумы, обвалы, оползни, лавины, солифлюкция	Техногенная активизация гравитационных процессов (в т.ч. в открытых горных выработках)					
Растворение и подземная эрозия горных пород	Карст Суффозия	Техногенная активизация карста, суффозии, техногенный карст и суффозия					
Гидролитогенные	Нарушение гидрогеологических условий	Воронки депрессии, осушение массивов горных пород, мульды оседания. Повышение уровня подземных вод, подтопление, заболачивание. Нарушение фильтрационно-гидродинамического и других режимов ПВ					
Криогенные	Морозобойное растрескивание, морозное пучение. Термокарст	Пучение, перелетки, деградация ММП с деформацией инженерных сооружений, подтопление, техногенная активизация термокарста					
Субтерральные	Переформирование напряженно-деформированного состояния массивов горных пород	Горные удары, стреляние, осыпание, вывалы, обрушения горных пород, сдвижения, зоны обрушения. Прорывы подземных вод и плывунов, выброс газа, суффозия, подземные пожары					
Загрязнение окружающей среды	Природное химическое, радиоактивное загрязнение природной среды химическими элементами горных пород и руд	Техногенное загрязнение природной среды «тяжелыми металлами», радионуклидами, нефтепродуктами, фенолами, минеральными и органическими удобрениями; тепловое загрязнение					

Рис. 10. Природные и техноприродные геологические процессы Урала:
закрашенные области характеризуют интенсивность проявления процессов: желтый цвет – слабая, зеленый – средняя, красный – сильная. Незакрашенные области – процесс не изучен

ражены основные процессы и явления и их распределение по инженерно-геологическим регионам – Западно-Уральскому, Центрально-Уральскому, Главному Уральскому, Восточно-Уральскому и Зауральскому. Интенсивность проявления процессов зафиксирована цветом: желтый – слабая, зеленый – средняя и красный – интенсивная. Размер ячейки значения не имеет. Он обусловлен характеристическими признаками процессов и явлений. В настоящем разделе рассмотрены природные процессы.

Сейсмические процессы. Урал является современным геодинамически активным регионом, в котором продолжаются тектонические процессы, начавшиеся около тридцати миллионов лет назад. Об этом свидетельствуют происходящие землетрясения силой от трех до семи баллов, горные удары, а также подвижки по разломам, приводящие к разрушениям промышленных и гражданских объектов. Согласно [18], по характеру сейсмичности Урал занимает промежуточное положение между такими современными тектонически активными районами Северной Евразии как Тянь-Шань, Кавказ, Карпаты и др., и более тектонически спокойными – Восточно-Европейской платформой и Западно-Сибирской плитой. Из примерно 50 сейсмических событий, относимых на сегодняшний день к тектоническим землетрясениям, около 40 характеризовались проявлениями на поверхности в 4 балла и более и лишь 15 имели магнитуды выше 4,0 и силу на поверхности от 5 до 7 баллов. По данным [18], в последние годы изучению сейсмичности Урала и его сейсмогенных зон придается большое значение. Это обусловлено высокой концентрацией на Среднем Урале объектов повышенной опасности, соседствующих с крупными населенными пунктами и большим количеством горнодобывающих предприятий. В его пределах неоднократно фиксировались сейсмические события с магнитудой более 4 и интенсивностью на поверхности 6–7 баллов по международной шкале MSK-64. В результате интенсивной разработки многочисленных месторождений, создания водохранилищ, крупных промышленных предприятий возрастает количество техногенных событий. Из учтенных землетрясений 76 % приходятся на природные события. Из них тектонические составляют 51 %, обвальные – 14 %, импактные – 2 %, взрывы природного газа – 1 %, гидродинамические удары – 1 %, невыясненной природы – 7 %. На техногенные землетрясения приходится 24 %.

В пределах Среднеуральской области повышенной сейсмичности авторами работы [18] выделяются три сейсмогенные зоны (рис. 11):

1. *Среднеуральская*, протягивающаяся от Сысерти через Екатеринбург, Первоуральск до Перми по азимуту 310° СЗ. Она является секущей по отношению к субмеридиональным структурам Урала, проходя от Восточно-Уральского региона через Главный Уральский, Центрально-Уральский и Западно-Уральский до Предуральского прогиба и Восточно-Европейской платформы.

2. *Восточно-Уральская (Тагильская)*, протягивающаяся в субмеридиональном направлении от Североуральска через Нижний Тагил до Первоуральска, Ревды. На этом участке она смещается Среднеуральской зоной к юго-востоку до Сысерти. Далее продолжается на юго-юго-запад до Миасса и, возможно, далее до Магнитогорска.

3. *Западно-Уральская*, наиболее активная на участке от Перми до Соликамска.

На карте общего сейсмического районирования территории России (ОСР-97) выделена Среднеуральская область повышенной сейсмичности с оценкой величины максимальной балльности для основного строительства до 6 баллов, для особо важных и экологически опасных объектов до 8 баллов по шкале MSK-64. По мнению специалистов, изучение сейсмичности Урала и его сейсмогенных зон является весьма актуальной задачей для повышения безопасности функционирования действующих промышленных объектов и оптимального выбора мест под новое крупное строительство [18, 19].

Выветривание – повсеместно распространенный процесс на территории Урала. Плиоцен-четвертичный тектоно-климатиче-

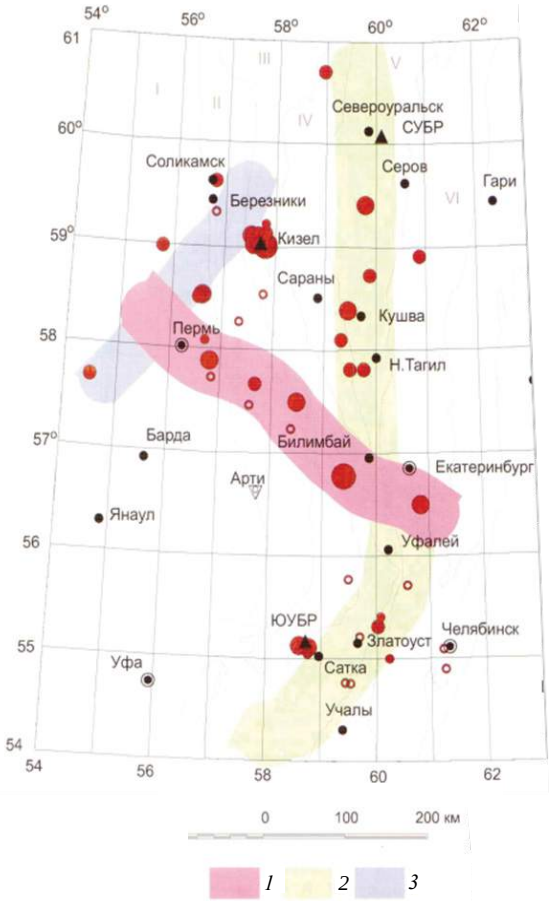


Рис. 11. Сейсмогенные зоны Урала [18]:
1 – Среднеуральская; *2* – Восточно-Уральская (Тагильская); *3* – Западно-Уральская

ский этап развития складчатого пояса характеризуется преимущественным проявлением физического выветривания, особенно в периоды плейстоценового похолодания. Современная климатическая зональность с развитием многолетней мерзлоты примерно до широты верховьев р. Вишеры (61°30′ с. ш.) обусловила преимущественное развитие в северной части Урала морозного выветривания с образованием в горном рельефе глыбовых развалов, курумов, грубообломочных осыпей. На остальной территории распространения сезонной мерзлоты процессы дезинтеграции и минеральных замещений являются основой формирования рыхлых отложений всех генетических типов.

В периоды континентального развития Урала и благоприятного сочетания климатических условий формировались коры химического выветривания. В палеозойской истории территории благоприятные тектоно-климатические условия проявились, по крайней мере, в среднем девоне (предживетский перерыв) на Северном Урале с образованием группы месторождений бокситов СУБРа. Древние коры выветривания большей частью эродированы или перекрыты верхнепалеозойскими (С-Р) и мезозойско-кайнозойскими отложениями. На горно-складчатом Урале мощное корообразование связано с мезозойской и палеогеновой историей развития региона. Исследованиями коллектива специалистов Уральского территориального геологического управления под руководством А. П. Сигова выделены три тектоно-климатических этапа формирования кор выветривания [20]: ранний нижнемезозойский ($T–J_1$), средний верхнемезозойский – палеогеновый (средняя юра – нижний олигоцен, J_2– $₽_3^1$) и поздний верхнепалеогеновый (средний-верхний олигоцен, $₽_3^{2–3}$). Для раннего этапа характерно формирование маломощных каолиновых кор выветривания. В средний этап образовались мощные коры выветривания каолинового и латеритного профиля. Позднему этапу свойственны маломощные коры выветривания каолинит-гидрослюдистого состава. Территориальное распространение открытых кор выветривания отражено на карте (рис. 12). Наиболее интенсивное развитие кор химического выветривания установлено в горных породах Среднего и Южного Урала. Особенно активное корообразование происходило по структурно-вещественным комплексам Главного Уральского, Восточно-Уральского и Зауральского регионов. Под чехлом морских отложений Западно-Сибирской плиты погребенные коры выветривания прослеживаются до широты г. Североуральска.

Карст и суффозия – два сопряженных экзогенных геологических процесса, протекающих как при открытом, так и покрытом, перекрытом и глубинном карсте. Их временные взаимоотношения на изученных территориях: карст – суффозия или карст + суффозия. Теоретические основы формирования провалов и воронок вследствие суффозии обло-

мочных фракций рыхлых отложений при покрытом карсте в карстовые полости детально рассмотрены в докторской диссертации А. В. Аникеева [21]. Суффозия заполнителя из карстовых форм в нижележащие полости и трещины и усиление тем самым закарстованности массива за счет подземной водной эрозии – явление известное, но теоретически пока не обоснованное.

В статье [8] нами вкратце охарактеризованы четыре карстовые области, объединяющие закарстованные территории Северного, Среднего и Южного Урала – Северо-Уральская, Восточно-Уральская на восточном склоне, Западно-Уральская и Южно-Уральская на западном склоне. Вследствие орографической асимметрии Урала – смещения водораздельного хребта к востоку геоморфологические, гидрологические и гидрогеологические особенности речных долин западных рек и их притоков существенно отличаются от рек восточного склона [9]. Это обусловило, с одной стороны, линейную (субмеридиональную) ориентировку закарстованных территорий обоих склонов согласно с геологическим строением региональных структур. С другой стороны, на западном склоне существенную роль в формировании закарстованных территорий в пределах структур I–III порядков сыграли особенности долин крупных рек и их притоков. Наряду с геологическими отличиями это обусловило и более интенсивную закарстованность западного склона. Эти различия определили региональный подход к районированию закарстованных территорий восточного склона и регионально-типологическое районирование областей западного склона.

Такой подход позволяет объединить районы однотипного и одновозрастного карста, формально территориально расположенные в соседних инженерно-геологических регионах, в одну карстовую область. Области карбонатного карста восточного и западного склонов Урала относятся к Уральской инженерно-геологической, в т. ч. карстовой провинции. Сульфатно-карбонатный, сульфатный и соляной карст Пермской части Предуральского краевого прогиба представляет самостоятельную карстовую провинцию.

Северо-Уральская карстовая область протянулась вдоль восточной границы Тагильского прогиба Главного Уральского региона в меридиональном направлении от реки Ивдель (г. Ивдель) на севере до р. Каквы (г. Серов) на юге, на 150 км при ширине 30–50 км. Наиболее закарстована верхняя часть массивов известняков до глубины 60–150 м. На ряде участков показатель закарстованности достигает 32–48 форм на 1 км^2. Ее особенности отражены в статье [8].

Восточно-Уральская карстовая область охватывает среднюю часть одноименного региона в границах Алапаевско-Теченского мегасинклинория на севере и Копейско-Брединского мегасинклинория на юге и нескольких разобщенных мелких районов в пределах погребенных под мезокайнозоем Камышловского и Талицкого мегантиклинориев Зауральского региона. Алапаевско-Теченский мегасинклинорий протянулся с севера на юг на 420 км при ширине 10–40 км. Сменяющий его к югу Копейско-Брединский мегасинклинорий вытянут почти на 200 км с варьирующей шириной от 10 до 30 км [22]. Закарстованность известняков карбона установлена в 21 районе Восточно-Уральской области. В качестве эталонного (ключевого) для природных условий синклинорных структур можно рассматривать Сухоложско-Каменский карстовый район южной части Алапаевско-Теченского мегасинклинория (рис. 4). Приведем некоторые цифры по изученным участкам: перегон Кунара–Богданович – 13,3 карстовых формы на 1 км^2, Кунарское месторождение известняков C_1 – площадная закарстованность 7,6 %, глубинная 14 %; Северо-Богдановичское месторождение известняков C_1 – закарстованность по месторождению до глубины 200–300 м – 7 %; 1-е Богдановичское месторождение известняков C_2 – глубинная закарстованность до 34,8 %; Смолинская пещера – длина 500 м, объем 4144 м^3; г. Каменск-Уральский – интенсивная кустовая закарстованность до глубины 5–6 м ниже кровли покрытых известняков.

Западно-Уральская область карбонат-

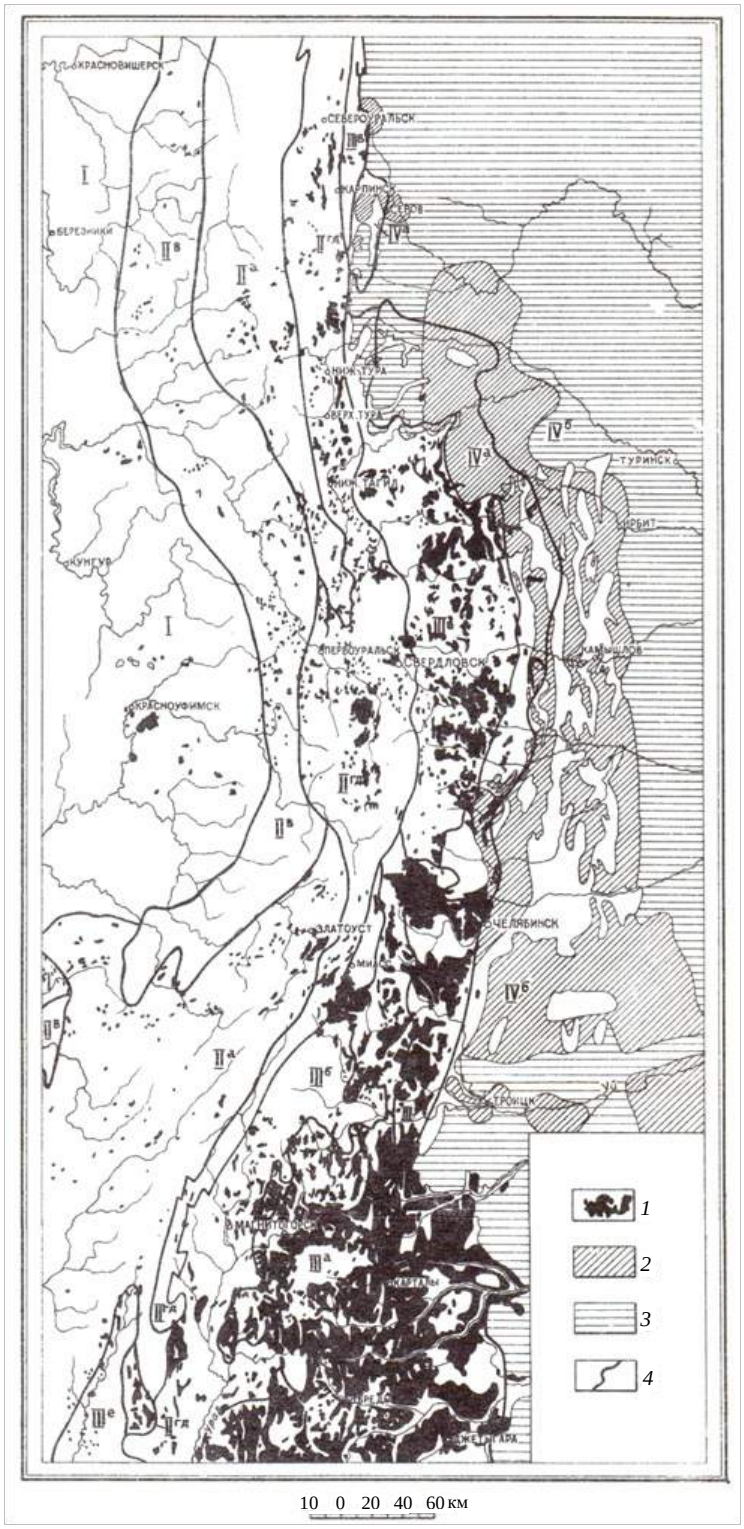


Рис. 12. Схема районирования Урала и смежных областей по распространению кор выветривания [20]:

1 – площади развития мезозойских и палеогеновых кор выветривания, открытых или перекрытых маломощным чехлом континентальных отложений; *2* – площади распространения кор выветривания, погребенных под сплошным чехлом морских отложений; *3* – площади возможного распространения кор выветривания под морскими осадками; *4* – границы геоморфологических районов

ного карста, согласно материалам Горбуновой К. А., Андрейчука В. Н., Костарева В. П., Максимова Н. Т., Катаева В. Н., Лаврова И. А., Коноплева А. В. [23, 24], включает в пределах пермской части Западно-Уральского региона Средневишерский, Кизеловский, Чусовской карстовые районы, а в Центрально-Уральском регионе – Верхневишерский и Верхнеусьвинский карстовые районы. На территории Свердловской области расположены Чусовской район закарстованных доломитов и известняков D_2–C_1 Западно-Уральского региона и Билимбаевский район карбонатного карста в известняках S Центрально-Уральского региона.

Средневишерский район характеризуется закарстованностью известняков и доломитов D, визейского яруса C_1 и C_2. Воронки, исчезающие реки, суходолы, пещеры тяготеют к долинам рек. В бассейне р. Большой Колчим выявлены два участка закарстованных доломитов. На первом показатель закарстованности (Пз) составляет 6–7 форм на 1 км^2 при диаметре воронок до 12 м и глубине до 1,5 м. На втором Пз = 30–40 при диаметре воронок до 34 м и их глубине до 7 м. В районе выявлено несколько пещер. Наиболее крупные из них: Еранж протяженностью 500 м, Язьвинская (300 м), Черная (190 м) и др.

В *Кизеловском районе* в бассейне р. Северный Колчим выявлены 194 воронки при Пз = 0,15–6,5 на 1 км^2 в зависимости от свойств известняков и доломитов D_2–C_1. В долине р. Усьвы, правого притока р. Чусовой, зафиксировано 528 воронок диаметром 15–90 м при глубине 3–35 м и Кз = 3,8.

В *Чусовском районе* в долинах рек и суходолах наиболее закарстованы доломиты D_3 и чистые известняки и доломиты визейского яруса C_1 при $П_3$ = 50 на 1 км^2. Подземные формы представлены пещерами, каналами, кавернами.

В *Верхневишерском районе* Центрально-Уральского региона закарстованы карбонатные породы O_2 и S. В мраморах S установлено до 12 форм на 1 км^2. Широко представлены суходолы. Воронки достигают глубины 10–40 м при диаметре 50–100 м. В мраморах и доломитах протерозоя карстовые полости вскрыты скважинами до глубины 106 м. В слабо изученном *Верхнеусьвинском районе* карстовые формы зафиксированы в карбонатных породах S и D.

На территории Свердловской области в карбонатных разрезах D_2–C_1 Западно-Уральского региона исследован *Чусовской* карстовый район на продолжении одноименного района Пермского края, а в известняках S Центрально-Уральского региона – *Билимбаевский район*. Наиболее детально изучена площадь, прилегающая к Галкинскому карьеру флюсовых известняков. Здесь установлены многочисленные воронки диаметром от 0,5 м до 35 м при глубине 0,2–3,2 м. По материалам С. Н. Тагильцева, объем карстовых провалов в 1980–1995 гг. варьировал от 10м^3 до 120 м^3 в год. Водопритоки в карьер в многоводные годы менялись от 3600 м^3/час до 5230 м^3/час.

Южно-Уральская область карбонатного карста охватывает фрагменты южных флангов Западно-Уральского, Центрально-Уральского и Главного Уральского регионов на территории республики Башкортостан. В тектоническом отношении они отчасти принадлежат структурам II порядка (Ашинско-Алимбетовской структуре Западно-Уральского региона, Башкирскому мегантиклинорию Центрально-Уральского региона, частично Магнитогорскому мегасинклинорию Главного Уральского региона) и структурам III порядка (Уралтаускому антиклинорию и Зилаирскому синклинорию ЦУПа). В системе таксономических единиц эти структуры представляют карстовые подобласти, объединяющие 15 карстовых районов. Фрагмент карты закарстованности республики Башкортостан (Уральской карстовой страны, по А. И. Смирнову) приведен на рис. 13.

Примечательной чертой карста Башкортостана является широкое развитие пещер. По данным Э. З. Гареева [25], в горной части республики сосредоточено более 90 % пещер. Большинство из них заложено в известняках и менее – в доломитах и мергелях. В известняках C_1 обнаружено 35 % пещер, в известняках D_3 – 24 %, а в известняках D_1 – 19 %.

Наиболее крупные пещеры характерны для верхнедевонских известняков. Большинство пещер выявлено в карстовых районах Западно-Уральского региона и меньше в Центрально-Уральском регионе, в Магнитогорском мегасинклинории известны 3 пещеры. В ли-

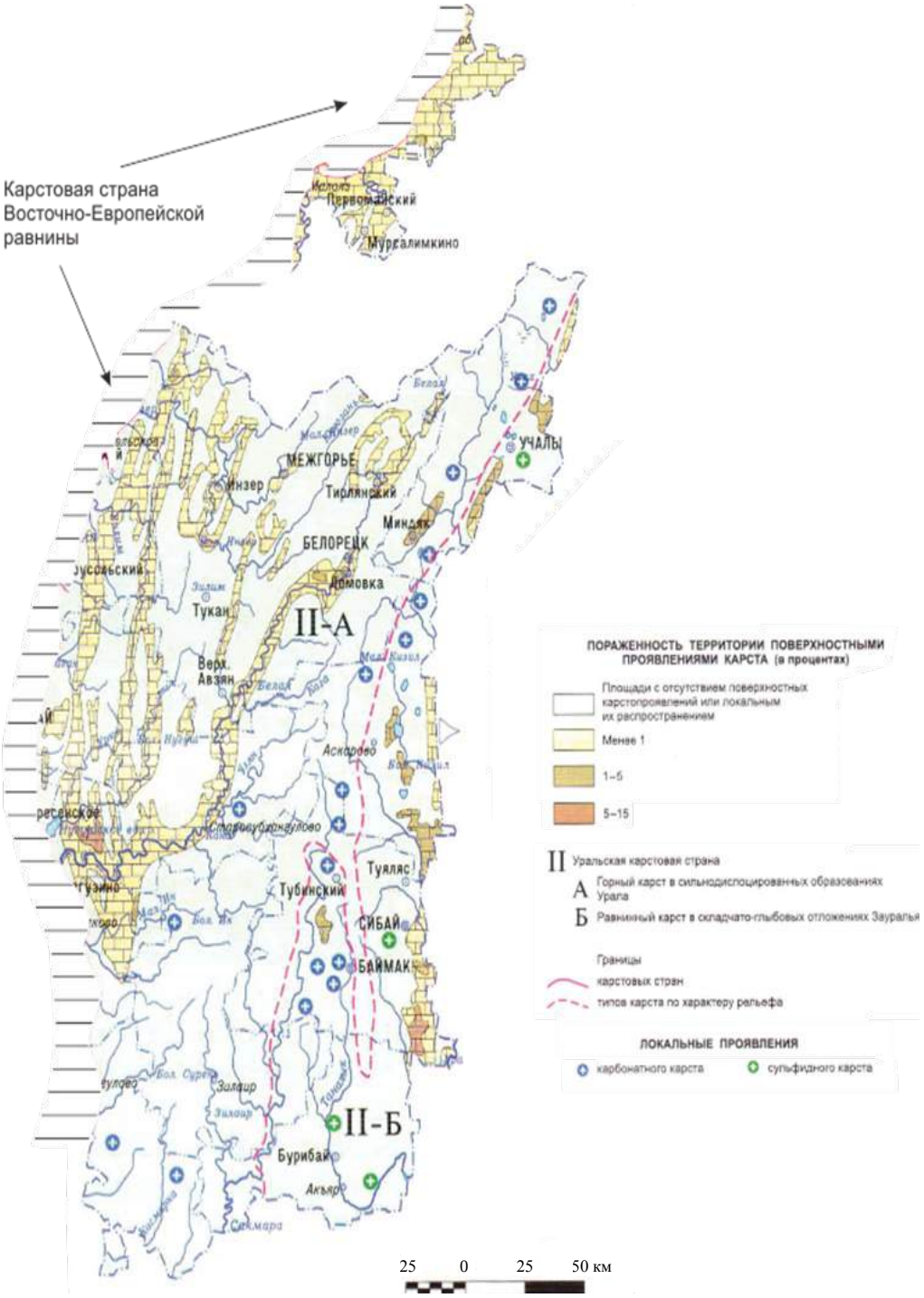


Рис. 13. Развитие карбонатного карста на территории горноскладчатого Урала в Юго-Восточной части республики Башкортостан [25, 26]

тологическом отношении большинство пещер развивается в чистых по составу известняках франского яруса D_3, визейского яруса C_1 и рифогенных известняках D_1. В Башкирском мегантиклинории пещеры приурочены к известнякам миньярской и укской свит верхнего протерозоя. Заложение пещер Уральской карстовой страны авторы относят к нижнему

плейстоцену. Это период активизации тектонических движений, формирования поперечных к уральскому направлению отрезков речных долин западного склона и заложения их современных геоморфологических особенностей [9].

Эрозионные и абразионные процессы распространены достаточно широко во всех ландшафтно-климатических зонах инженерно-геологических регионов Урала. С наибольшей интенсивностью они проявляются в районах активного выветривания и развития плиоцен-четвертичных покровных отложений территорий Среднего и Южного Урала. В долинах рек горно-складчатого Урала и на их выходах в предгорные ландшафты западного и восточного склонов активно идут процессы овражной и речной эрозии. На многих реках еще не выработался продольный профиль равновесия, о чем свидетельствуют V-образные долины и наличие порожистых русел при пересечении скальных пород. Примером может служить порог «Ревун» на девонских эффузивах р. Исети в Каменск-Уральском районе Свердловской области – место проведения всесоюзных и всероссийских соревнований по водному слалому. Переработка берегов водохранилищ под воздействием ***абразии*** в той или иной степени свойственна практически всем водохранилищам и прудам Урала. Только в Свердловской области, по данным Ю. Глазкова, их насчитывается свыше 370.

Гравитационно-склоновые процессы и связанные с ними явления (оползни, обвалы, осыпи, солифлюкция) проявляются на крутых склонах горного рельефа, в бортах речных долин. Наибольшее их число установлено в Центрально-Уральском, Главном Уральском и Восточно-Уральском регионах. Мотивацией гравитационных процессов являются: выветривание горных пород, их водонасыщение с изменением физико-механических свойств, абразия, сейсмические явления, подрезка склонов, их нагружение и др.

Криогенные процессы наиболее активно развиты в северной части территории, в зоне многолетней мерзлоты. С ними связано образование макро- и микроформ рельефа: солифлюкционные (нагорные) террасы, морозобойное полигональное растрескивание грунтов, бугры пучения. К этой зоне приурочены снежники, каровые ледники, лавиноопасные участки. С морозным выветриванием связано образование каменных полей, курумов. Для горных пород этой зоны характерны криогенные текстуры. Деградация мерзлоты приводит к образованию термокарста. Процессы пучения – оттаивания горных пород – ответственны за деформацию инженерных сооружений [8, 9].

Зональное распределение ***природного химического и радиоактивного загрязнения*** территорий Урала подчинено зональности флюидно-гидротермальных рудообразующих процессов в региональных структурах складчатого пояса (раздел 3 настоящей статьи).

6. Зональность пространственного проявления техногенных факторов в региональных структурах Урала

Техногенные факторы, ответственные за инженерно-геологические условия Уральской провинции, охарактеризованы нами в статье [9]. Они объединены в 5 групп: промышленного, сельскохозяйственного техногенеза, урбанизации территорий, техногенных и техноприродных геологических процессов, техногенного химического и радиоактивного загрязнения природной среды. Промышленный техногенез (горнопромышленной, металлургической, топливно-энергетической, машиностроительной, химической и других отраслей) охватывает совокупность техногенных и техноприродных геологических процессов, происходящих в окружающей среде в связи с производственной инженерной деятельностью человека и приводит к трансформации ее состояния и свойств. Сельскохозяйственный техногенез активно воздействует на почвы, грунты зоны аэрации, поверхностные и подземные воды химическими, органическими удобрениями, пестицидами. Урбанизация территорий – важнейший фактор интенсивного техногенного воздействия на природную среду Урала. Проблема промышленно-городских агломераций приобрела сегодня чрезвычайную актуальность, поскольку определяет

состояние среды проживания человека. Техногенные и техноприродные геологические процессы оказывают существенное воздействие на природные условия территорий, вызывая их негативное преобразование. К числу техногенных относятся: гидролитогенные, наведенные сейсмические, субтерральные процессы и антропогенный литогенез (рис. 10). Техноприродные процессы представляют обширную группу техногенно активизированных экзогенных геологических процессов: выветривание, эрозионные процессы, карст, суффозию, гравитационные (склоновые) процессы. Техногенное химическое и радиоактивное загрязнение от различных источников при всех видах промышленного и сельскохозяйственного техногенеза, урбанизации территорий формирует локальное загрязнение, а в совокупности создает региональное загрязнение окружающей среды.

Более чем 300-летняя история промышленного освоения горнозаводского Урала началась с разработки его недр. Основное количество промышленных месторождений сосредоточено на Северном, Среднем и Южном Урале, часть месторождений открыта на Полярном Урале и единичные на Приполярном Урале. Относительно региональных структур они сконцентрированы в Центрально-Уральском, Главном Уральском и Восточно-Уральском регионах. Часть месторождений выявлена в Зауральском регионе, и отдельные в Западно-Уральском регионе. Освоение месторождений повлекло сопряженное развитие многоотраслевой промышленности, сельского хозяйства и урбанизации территорий. Их совместное воздействие на природную среду обусловило формирование техногенной зональности Уральской инженерно-геологической провинции. Специализированной геоэкологической съемки Урала не проводилось. Обобщение разноплановой информации по геоэкологическим условиям региона позволило составить весьма ориентировочную схему геоэкологического состояния региональных структур Уральского складчатого пояса в масштабе 1 : 7 500 000 (рис. 14). Большая часть Урала характеризуется удовлетворительным экологическим состоянием. Территории сельскохозяйственного, лесохозяйственного освоения, строительства линейных сооружений (железных и автомобильных дорог, тру-

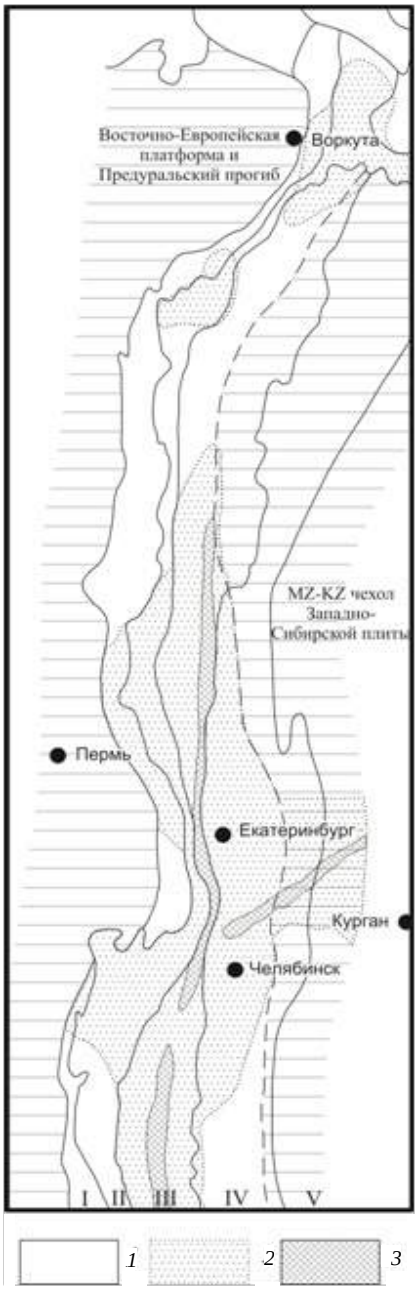


Рис. 14. Схематическая карта геоэкологических условий Урала, М 1 : 7 500 000.
Инженерно-геологические регионы:
I – Западно-Уральский, II – Центрально-Уральский, III – Главный Уральский, IV – Восточно-Уральский, V – Зауральский; *1* – территории с удовлетворительным и относительно удовлетворительным экологическим состоянием, *2* – территории с техногенно трансформированными природными условиями, *3* – территории с опасным и кризисным экологическим состоянием

бопроводов, ЛЭП), активного ведения геологоразведочных работ и пр. характеризуются техногенно трансформированными природными ландшафтами. В районах активного промышленного освоения и урбанизации возникли условия опасного до кризисного экологического состояния.

7. Гидрогеологическая зональность Урала как компонент зональности инженерно-геологических условий

Согласно схеме гидрогеологического районирования Уральской сложной гидрогеологической складчатой области (ФГУП «Гидроспецгеология», 2011) в ней выделяются 4 региональных гидрогеологических структуры: Западно-Уральский и Центрально-Уральский гидрогеологические массивы, Тагило-Магнитогорская и Восточно-Уральская гидрогеологические складчатые области (рис. 15).

В Уральской системе бассейнов распространены трещинные, трещинно-жильные и трещинно-карстовые безнапорные водоносные горизонты и комплексы, воды которых, как правило, формируются в границах поверхностных водосборов, образуя небольшие бассейны стока. Водоносность связана с двумя видами трещиноватости. Первый представляет собой региональную зону трещиноватости пород в коре выветривания. Мощность ее варьирует от 30–50 м в интрузивных и метаморфических комплексах до 80–100 м, редко более – в карбонатных породах. В последних формируются трещинно-карстовые воды. По этой зоне в естественных условиях осуществляется подземный сток к зонам разгрузки, совпадающим с долинами рек и эрозионными врезами. Второй вид трещиноватости представляют линейные зоны тектонических нарушений, контактов разнородных пород, жильных полей. Мощность таких зон достигает 150–200 м, по простиранию они нередко прерывисты, выражены в рельефе, сопровождаются развитием линейных кор выветривания. Эти зоны обычно являются объектами поисков, разведки, строительства водозаборов. Интенсивный водообмен определяет развитие пресных и ультрапрес-

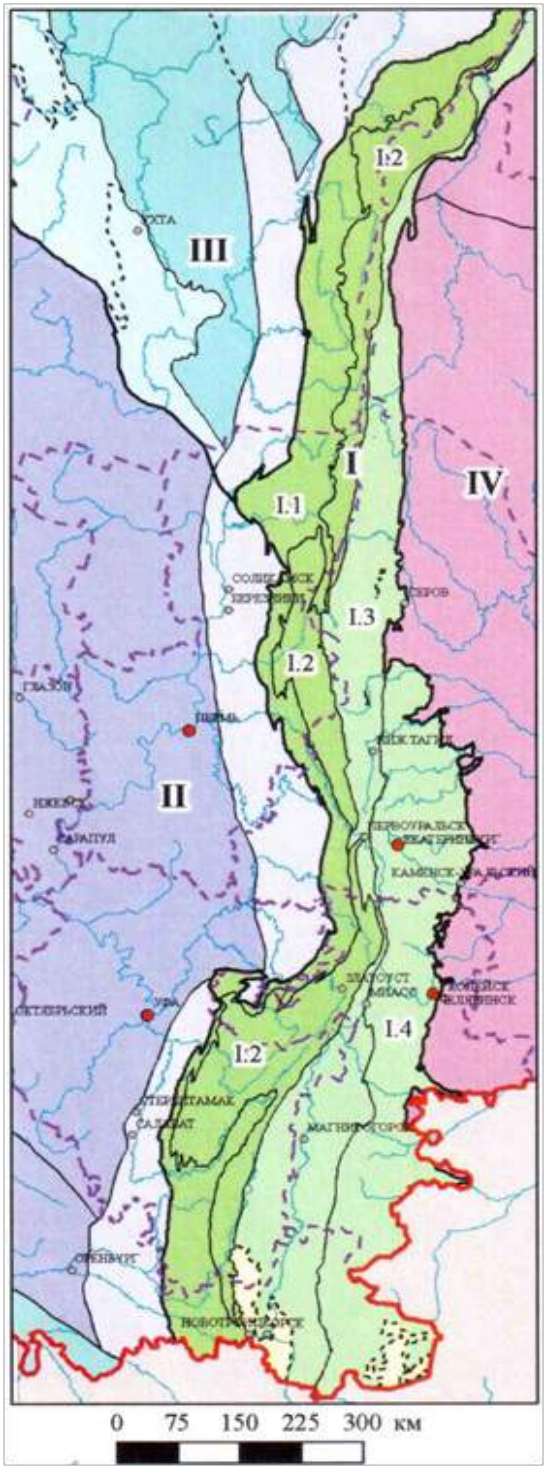


Рис. 15. Фрагмент карты гидрогеологического районирования Российской Федерации (ФГУП «Гидроспецгеология», 2011)

Гидрогеологические структуры

I. Уральская сложная гидрогеологическая складчатая область: I.1 – Западно-Уральский гидрогеологический массив, I.2 – Центрально-Уральский гидрогеологический массив; I.3 – Тагило-Магнитогорская гидрогеологическая складчатая область; I.4 – Восточно-Уральская гидрогеологическая складчатая область; II. Камско-Вятский артезианский бассейн; III. Тимано-Печерский сложный артезианский бассейн; IV. Западно-Сибирский сложный артезианский бассейн

ных вод. В западной части бассейна состав подземных вод нарушается за счет подтока соленых и солоноватых вод Предуральского артезианского бассейна.

Выводы. Проведенный анализ инженерно-геологических условий Уральского складчатого пояса позволяет констатировать: инженерно-геологическая зональность Уральской провинции определяется территориальным проявлением факторов, ответственных за инженерно-геологические условия геологических структур различных порядков – регионов, областей, районов. Она обусловлена: 1) зональностью геологического строения, тектоники, истории геологического развития структур; 2) метаморфической зональностью; 3) зональностью проявления флюидно-гидротермальных рудообразующих процессов; 4) зональностью распределения вещественных инженерно-геологических комплексов со свойственными им составом, структурой, текстурой и свойствами горных пород; 5) зональным проявлением природных геологических процессов; 6) зональным проявлением техногенеза; 7) гидрогеологической зональностью.

Совокупное проявление компонентов зональности распределения факторов инженерно-геологических условий определяет интегральную инженерно-геологическую зональность Уральской инженерно-геологической провинции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ожегов С. И. Словарь русского языка. 2-е изд., испр. и доп. / под общ. ред. Обнорского С. П. М.: Гос. изд-во иностранных и национальных словарей. 1952. 848 с.

2. Попов И. В. Инженерная геология СССР. Т. 1. Общие основы региональной инженерной геологии. М.: Изд-во МГУ. 1961. 178 с.

3. Грязнов О. Н. Инженерно-геологическая зональность Урала // Сергеевские чтения. Вып. 16. М.: РУДН, 2014. С. 247–253.

4. Геологический словарь / под ред. К. Н. Паффенгольца и др. М.: Недра. 1973. Т. 1 (А – М). 486 с.; Т. 2 (Н-Я). 456 с.

5. Галкин А. Н. Литотехнические системы Белоруссии: закономерности функционирования, мониторинг и инженерно-геологическое обоснование управления: автореф. дис. … д-ра геол.-минерал. наук. М.: МГУ, 2014. 37 с.

6. Трофимов В. Т. Зональность инженерно-геологических условий континентов Земли. М.: Изд-во МГУ. 2002. 348 с.

7. Грязнов О. Н., Дубейковский С. Г. Закономерности формирования инженерно-геологических условий месторождений Урала. Екатеринбург: Изд-во УГГГА. 1995. 32 с.

8. Грязнов О. Н. Факторы инженерно-геологических условий Урала. Региональные геологические факторы // Изв. УГГУ. Вып. 3(35). 2014. С. 30–50.

9. Грязнов О. Н. Факторы инженерно-геологических условий Урала. Физико-географические и техногенные факторы // Изв. УГГУ. Вып. 4 (36). 2014. С. 5–18.

10. Карта типов и фаций метаморфизма Урала М 1 : 1 000 000. Гл. ред. Г. А. Кейльман, К. К. Золоев, отв. исп. Г. А. Глушкова. 1989. Екатеринбург: УГСЭ. 1991.

11. Объяснительная записка к карте типов и фаций метаморфизма Урала М 1 : 1 000 000. Гл. ред. Г. А. Кейльман, К. К. Золоев, отв. исп. Г. А. Глушкова. Екатеринбург: УГСЭ. 1991. 60 с.

12. Кейльман Г. А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. М.: Недра. 1974. 271 с.

13. Абатурова И. В., Грязнов О. Н. Инженерно-геологические условия месторождений Урала в скальных массивах // Изв. вузов. Горный журнал. № 6. 2014. С. 160–168.

14. Прокин В. А. Полезные ископаемые Урала // Природа Урала. Вып. 10. Екатеринбург, 2002. 253 с.

15. Грязнов О. Н., Золоев К. К., Ляхович Э. М. Картирование рудоносных метасоматитов. М.: Недра. 1994. 271 с.

16. Грязнов О. Н. Рудоносные метасоматические формации складчатых поясов. М.: Недра. 1992. 256 с.

17. Грязнов О. Н. Карты рудоносных метасоматических образований как основа прогнозной оценки рудных районов, полей и месторождений // Изв. УГГУ. Вып. 25–26. 2011. С. 34–40.

18. Сейсмичность и сейсмическое районирование Уральского региона / под ред. В. И. Уткина. Екатеринбург: УрО РАН. 2001. 124 с.

19. Гуляев А. Н. Районирование центральной части Уральского региона по величине расчетной силы сейсмического воздействия // Изв. вузов. Горный журнал. 2010. № 3. С. 98–105.

20. Сигов А. П. Комплексное геолого-геоморфологическое картирование Урала с целью поисков гипергенных полезных ископаемых / А. П. Сигов [и др.]. Свердловск: Изд-во Саратовского ун-та. 1968. 252 с.

21. Аникеев А. В. Провалы и оседания земной поверхности в карстовых районах: моделирование и прогноз: автореф. дис. … д-ра геол.-минерал. наук. М.: ИГЭ РАН. 2014. 41 с.

22. Карбонатный карст Восточно-Уральской области / Э. И. Афанасиади [и др.] // Записки Санкт-Петербургского горного института. Т. 153. 2003. С. 46–50.

23. Карст и пещеры Пермской области / К. А. Горбунова [и др.]. Пермь: Изд-во Пермского ун-та. 1992. 200 с.

24. Атлас Пермского края / под ред. А. М. Тартаковского. Екатеринбург: ОАО ИПП «Уральский рабочий».

2012. 124 с.
25. Гареев Э. З. Геологические памятники природы Республики Башкортостан. Уфа: Тау. 2004. 296 с.
26. Смирнов А. И., Соколов Ю. В. Карст и спелеология // Карст Башкортостана. Уфа: Информреклама. 2002. С. 301–310.

Автор выражает искреннюю благодарность доцентам кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, кандидатам геолого-минералогических наук И. А. Савинцеву и И. А. Емельяновой за оформление рисунков и инженеру-методисту О. М. Бобровой за подготовку рукописи к изданию.

Поступила в редакцию 27 января 2015 г.

Грязнов Олег Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: Gryaznov.O@ursmu.ru

УДК 553.411.071:553.068.3 + 553.068.5 (470.5)

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ АНАТОЛИЯ ПАВЛОВИЧА СИГОВА. ЕГО ЗНАЧЕНИЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ПРИ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДЕЙ НА БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ НА УРАЛЕ

Баранников А. Г.

К 110-летию со дня рождения
Анатолия Павловича Сигова,
доктора геолого-минералогических наук,
заслуженного геолога Российской Федерации

В статье, посвященной 110-летию со дня рождения А. П. Сигова, рассмотрен ряд научных проблем, раскрывающих творческое наследие одного из наиболее известных исследователей геологии и геоморфологии Урала второй половины XX века. Обращено внимание на вопросы, актуальные и в настоящее время при оценке минерагенического потенциала территорий на благороднометалльное оруденение. В их числе: проблемы изучения разновозрастных пенепленов; своеобразие процессов россыпеобразования в условиях пенепленизации рельефа; проблема оценки золотоносности, связанной с постколлизионными рудно-метасоматическими процессами аргиллизитовой формации.

Ключевые слова: *золото; оруденение; пенеплен; мезозой; россыпи; активизация; нетрадиционный тип.*

Введение. Фундаментальные исследования недр земли последних десятилетий позволили во многих случаях пересмотреть геологические концепции, ранее казавшиеся незыблемыми. Новые идеи, касающиеся как планетарных, региональных, так и локальных проблем, нередко позволяют с новых позиций подходить к реставрации процессов геологического развития конкретных территорий, обоснованию их перспектив при оценке минерагенического потенциала. На основе выдвигаемых новых геотектонических концепций появляется возможность конструировать прогнозно-поисковые модели потенциально рудоносных площадей, что позволяет целенаправленно определять направления прогнозно-поисковых и оценочных работ на конкретные геолого-промышленные типы месторождений минерального сырья.

А. П. Сигов (1904–1998)

Огромный вклад в познание проблем геологии и экзогенной минерагении на постколлизионном этапе развития уральского региона внесли исследования Анатолия Павловича Сигова (1904–1998) – доктора геолого-минералогических наук, заслуженного геолога РФ. Многие содержащиеся в его работах (многочисленных геологических отчетах, публикациях – более 150 статей, 8 монографий) вопросы и проблемы, посвященные различным аспектам геологического строения региона – стратиграфии, литологии, геоморфологии, экзогенной минерагении – не только не устарели к настоящему времени, но и спустя несколько десятилетий после их опубликования оказались реально востребованными. В творчестве Анатолия Павловича глубокие научные разработки органично сочетались с решением конкретных геологических задач.

По результатам научно-производственной деятельности А. П. Сигова можно поставить в один ряд с наиболее известными исследователями Урала.

Основные этапы жизненного пути. Анатолий Павлович родился 7 апреля 1904 г. в городе Красноуфимске в семье сельского учителя. Учился в Екатеринбургском реальном училище. В 1922 г. поступил на геологоразведочное отделение горного факультета Уральского политехнического института, позднее вновь преобразованного в Свердловский горный институт.

Обучение в институте Анатолий Павлович совмещал с производственной деятельностью. В 1923 г. был направлен на практику в Джетыгаринский комбинат треста «Каззолото», где работал на руднике Урус-Кискан. Он продолжал трудиться и на других золоторудных объектах района. С его участием были вскрыты и оценены новые рудные тела, в том числе крутопадающие золотоносные жилы.

В мае 1933 г. Анатолий Павлович перешел на работу в Свердловский горный институт на должность ассистента кафедры «Разведочное дело», в то время руководимой профессором А. П. Смолиным. По линии научно-исследовательского сектора института проводил изучение месторождений золота и россыпей на Южном Урале (на территории трестов «Миассзолото» и «Башзолото»). При обработке собранных материалов им была организована первая в России лаборатория шлихового анализа, необходимость которой диктовалась практикой поисковых и разведочных работ на Урале. В 1937 г. в 7 номере журнала «Высшая школа» была опубликована статья «Вклад лаборатории ВУЗа в разведочное дело». Несколько позднее под грифом Свердловского горного института уже издана книга «Шлиховые изыскания» (ГОНТИ, 1939). Она представляла собой первое в России методическое руководство по шлиховому анализу и шлиховой съемке.

В 1937 г. А. П. Сигов перешел на работу в научно-исследовательский институт «Уралгеомин». Столь резкий поворот в трудовой деятельности Анатолий Павлович объяснял тем, что в конце 1937 г. в горном институте была организована кампания по «развенчанию заслуг» заведующего кафедрой А. П. Смолина. Многие из собравшихся выступали с резкой критикой профессора, и только Анатолий Павлович выступил против его «огульного охаивания» [1]. А. П. Смолина уволили и вскоре осудили, а для А. П. Сигова создали обстановку, не позволяющую сколько-нибудь продуктивно трудиться в институте.

С 1939 г. вся его трудовая деятельность связана с Уралгеолкомом (позднее – Уральским геологическим управлением). Многолетние шлиховые изыскания были обобщены в 1942 г., когда под руководством А. П. Сигова была составлена первая шлиховая карта Урала. Она явилась надежной основой для проектирования поисковых работ на золото.

Крупным научным достижением явилось составление в 1948 г. первой на Урале геоморфологической карты, а также карты четвертичных отложений. Редакторами карт были Я. С. Эдельштейн и А. П. Сигов. Впервые в регионе (да и в стране) в основу геоморфологической карты был положен историко-геологический принцип. На карте были выделены разновозрастные поверхности выравнивания, показаны фрагменты мезозойской гидросети (эрозионно-структурные депрессии). Авторы сделали важный вывод, что перспективы Урала по россыпям в пределах палеодолин достаточно велики. Это было подтверждено позднее (в 60–80-е гг. прошлого века) в полной мере практикой геологоразведочных работ.

По материалам составленных карт А. П. Сиговым в 1949 г. успешно защищена кандидатская диссертация. В период с 1942 по 1960 гг. Анатолий Павлович занимался изучением геологии и полезных ископаемых Зауралья и Тургая. В соавторстве с коллегами были разработаны и внедрены в практику геолого-съемочных работ принципы выделения и картирования палеонтологически немых толщ мезозойского и кайнозойского возраста. Материалы изучения литологии и стратиграфии позволили разработать детальные стратиграфические схемы для районов Зауралья

и всего Урала. Эти схемы для всех систем мезозоя и кайнозоя успешно используются и в настоящее время при проведении геологоразведочных работ. Результаты многолетних исследований явились материалом для докторской диссертации, защищенной в 1961 г.

Наиболее плодотворный период научно-производственной деятельности Анатолия Павловича начался в 1960 г.; он связан с комплексным геолого-геоморфологическим изучением Урала. Под его руководством были составлены пять карт: геоморфологическая (второй вариант), кор выветривания, новейшей тектоники, россыпей, комплекса шлиховых карт (второй вариант). При выполнении работ большое внимание уделялось изучению вещественного состава кор выветривания и продуктов их переотложения.

В 1968 г. издано «Методическое руководство по комплексному геолого-геоморфологическому картированию Урала». С учетом разработанных принципов коллективом геолого-геоморфологической партии УГСЭ (В. С. Шуб, Л. А. Гузовский, Л. Е. Стороженко, В. М. Якушев, А. Г. Баранников, И. З. Шуб, А. В. Ломаев, В. А. Сигов, В. И. Федоров и др.) в 60–80-е гг. прошлого века проведено детальное (в масштабе 1:100000–1:50000 и крупнее) картирование ведущих рудно-россыпных районов и узлов Урала. Выполненные исследования позволили обосновать важные как в научном, так и в практическом плане закономерности геолого-геоморфологического строения уральского региона, раскрыть особенности геологической истории в мезозое и кайнозое, изучить своеобразие процессов химического выветривания и металлогении. Убедительно показана важнейшая роль в пространственном размещении россыпей благородных металлов мезозойских эрозионно-структурных депрессий (рис. 1). Доказана определяющая роль в формировании экзогенных полезных ископаемых химических кор выветривания.

Выполненные исследования позволили существенно скорректировать направления поисковых и разведочных работ на Урале, кардинально переоценить, а местами воссоздать минерально-сырьевую базу золотодобывающей промышленности уральского региона.

Излагаемые ниже сведения в основном заимствованы из обобщающих работ Анатолия Павловича [2, 3, 4, 5]. Монографии, подготовленные в последние годы его жизни, изданы ограниченным тиражом в местных издательствах; они малодоступны широкому кругу читателей. Настоящая статья ставит своей задачей восполнить в какой-то мере этот пробел.

Проблемы изучения древних (мезозойских) пенепленов. *Пенеплены* (по В. М. Девису [6], «старые горы – почти равнина») – это одна из достопримечательностей уральского подвижного пояса. Использование термина возможно лишь для территорий со складчатым основанием, но не для областей с горизонтально залегающими слоями. Возникшее учение о пенепленах на протяжении всей последующей истории находилось в центре внимания теоретической геоморфологии и было широко воспринято мировой геологической общественностью, что и нашло отражение в работах многих геологов и геоморфологов, как зарубежных (В. Пенк, 1924; Д. Джексон, 1916; Л. Кинг, 1953, 1967; И. Трикар, 1953; В. Кеннеди, 1962 и др.), так и отечественных (А. П. Карпинский, 1915; Н. М. Крашенинников, 1915; А. В. Хабаков, 1934; Д. А. Тимофеев, 1979; А. Д. Наумов, 1981; А. П. Сигов, 1968, 1987 и др.).

Пенеплены рассматриваются как особая историко-генетическая категория рельефа, возникшая в процессе эволюции складчатых областей при их переходе в молодые платформы и имеющая при этом характерную экзогенную минерагению. Пенеплены отражают теоретически конечную стадию развития морфоструктур горных стран в условиях относительного тектонического покоя. Еще при жизни В. М. Девиса пенеплены, выделенные на различных материках, стали рассматриваться как реперы, по которым определялись вертикальные движения отдельных блоков земной коры.

В наиболее типичном виде зона пенеплена представлена на восточном склоне Южного,

отчасти Среднего Урала. В составе пенеплена здесь выделены геоморфологические районы: Зауральский пенеплен, Приподнятый зауральский пенеплен, Откопанный зауральский пенеплен и располагающаяся восточнее Континентально-морская цокольная равнина

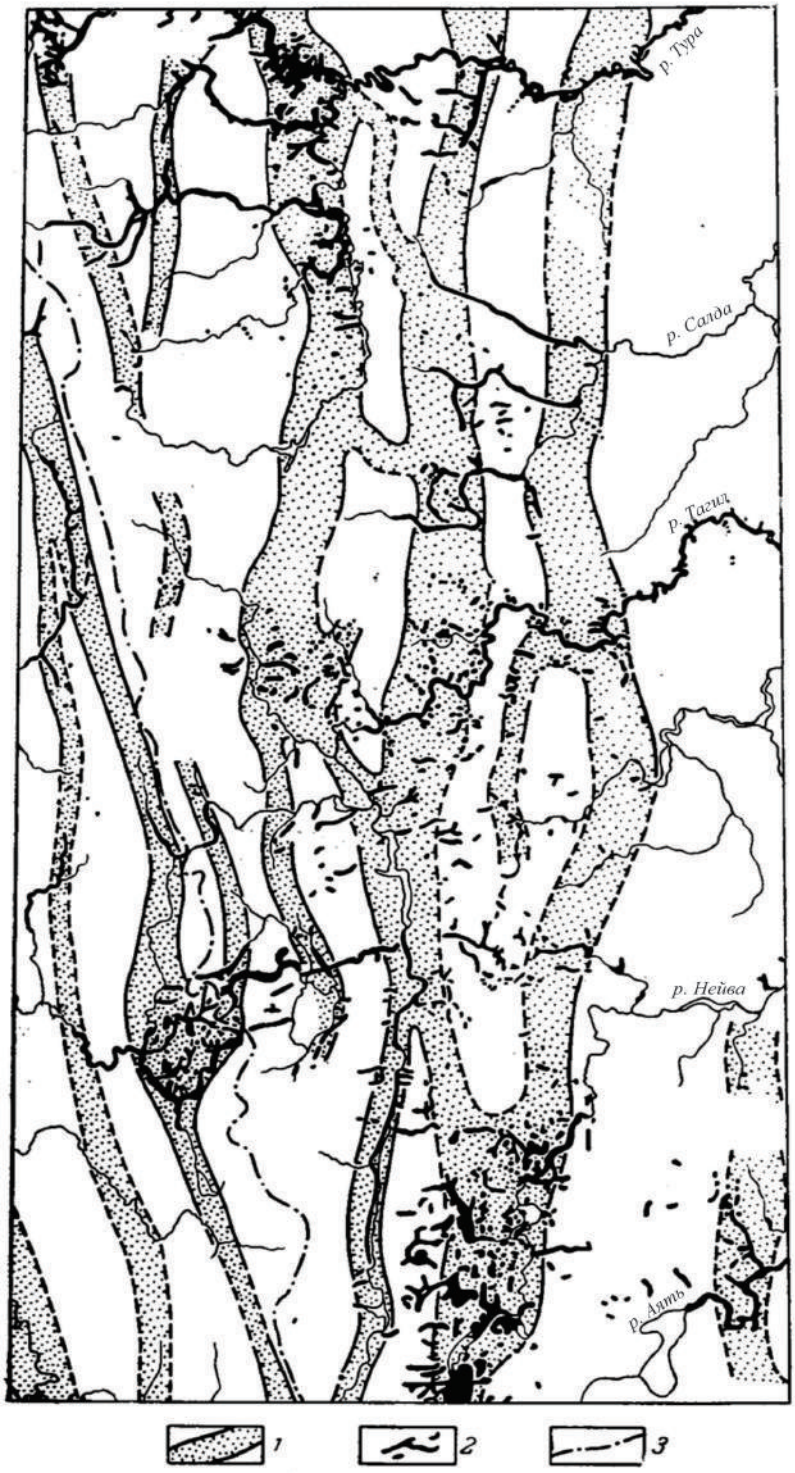


Рис. 1. Схема размещения россыпей золота и платины на Среднем Урале (по А. П. Сигову и др., 1967):
1 – мезозойские эрозионно-структурные депрессии; *2* – известные россыпи золота и платины; *3* – современный водораздел

Зауралья (рис. 2).

Зауральский пенеплен имеет ряд генетических аналогов в стране и за рубежом. Отмечается [7], что пенеплены формиро-

вались как в условиях герцинских срединных массивов (Армориканский, Арденский, Центральный Французский, Чешский массивы, Салаир), так и сложно устроенных складчатых областей (Томь-Колыванская горная страна, Таймыр, Южные Аппалачи, отдельные районы Австралии, Китая, Западной Африки и т. д.). Наиболее близок к южноуральскому мезозойский пенеплен южных Аппалачей. В. Е. Хайн (1971), ссылаясь на американских авторов, отмечает, что еще в раннем триасе Аппалачи представляли горное сооружение. В период с юры по палеоген в условиях относительного тектонического покоя здесь протекали масштабные процессы корообразования и пенепленизации. Коры выветривания представлены латеритным и каолиновым профилями. С продуктами их переотложения связаны месторождения бокситов, каолинов, россыпей титан-циркониевых минералов и других полезных ископаемых.

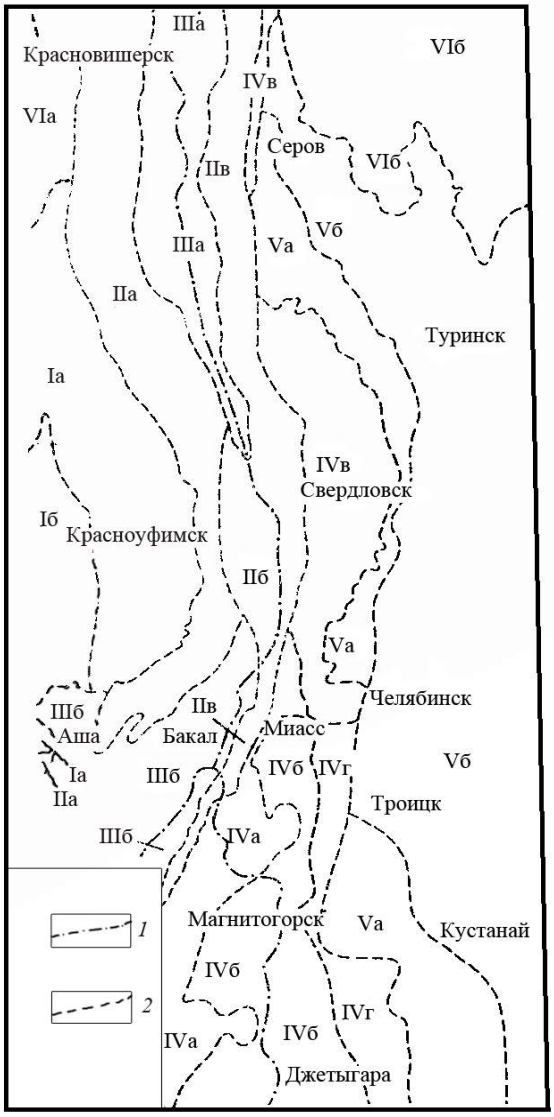


Рис. 2. Схема геоморфологического районирования Урала (по А. П. Сигову и В. С. Шубу):

1 – главные водоразделы; *2* – границы геоморфологических районов. Русская равнина: Iа – денудационная равнина Предуралья; Iб – приподнятая денудационная равнина Уфимского плата; Урал, зона кряжа: IIа – остаточные горы западного склона Урала; IIб – остаточные горы осевой части Среднего Урала; IIв – остаточные горы восточного склона Урала; IIIа – приподнятые горные массивы Северного и Среднего Урала; IIIб - приподнятые горные массивы Южного Урала; Урал, зона пенеплена: IVа – западная омоложенная зона – приподнятый Зауральский пенеплен; IVб – Зауральский пенеплен; IVв – северная омоложенная зона откопанного пенеплена; IVг – южная стабильная зона откопанного пенеплена; Западно-Сибирская низменность: Va – континентально-морская цокольная равнина; Vб – континентально-морская аккумулятивная равнина; Область былого оледенения: VIа – водно-ледниковая равнина Северного Предуралья; VIб – ледниковая и водно-ледниковая равнина Северного Зауралья

Рассматривая историю формирования уральского пенеплена, А. П. Сигов обосновывает тесную взаимосвязь процессов пенепленизации и корообразования [2, 4]. Надежная фиксация пенеплена в полевых условиях возможна на местности: «если сохранился почвенный слой (кора выветривания), то сохранилась и синхронная ему поверхность выравнивания (поверхность пенеплена)» [4]. Выявленные фрагменты древних пенепленов обычно покрыты корой выветривания того или иного состава. Коры могут сохраняться в первичном виде или быть в какой-то степени измененными (преобразованными).

В мезозое на Урале неоднократно происходило обновление эрозионных циклов, приводившее к формированию разновозрастных поверхностей выравнивания и, в том числе, пенепленов. Поверхности пенепленов установлены для следующих этапов геологического развития региона [4]:

а) в раннем мезозое:

– в конце среднего – позднем триасе;

– в предъюрское или раннеюрское время.

б) в позднем мезозое:

– в готтерив-барреме;

– в начале верхнего мела.

Разновозрастным поверхностям выравнивания, фиксирующим в рельефе палеоповерхности пенепленов, свойственен определенный *геохимический тип коры выветривания.*

Познание химизма протекавших в коре выветривания экзогенных изменений является тем ключом, который позволяет производить (наряду с другими признаками) возрастную датировку разновозрастных поверхностей мезозойского пенеплена.

На характер образующего профиля оказывала влияние совокупность факторов: рельеф местности; климатические особенности, раскрываемые через поверхностный и подземный водообмен; характер циркуляции грунтовых вод; биохимические процессы; состав, строение, физико-механические свойства пород субстрата и т. д.

На Урале установлен ряд геохимических типов кор выветривания [4, 8]: красноземные, силифицированные, ферриаллитные (латеритные), ферритно-сиалитные, сиалитные, сернокислотные и др. Однако определяющую роль в формировании пенепленов имело химическое выветривание двух типов – латеритного и сиалитного (каолинового).

Ферриаллитные (латеритные) коры изучены на Урале крайне слабо; характеризуются наличием зоны обогащения полуторными оксидами железа и алюминия, сложенной гетит-гидрогематитовыми породами с гидроксидами свободного глинозема. Большинство исследователей считают, что латериты образуются в зоне тропиков, в области саванн, где среднегодовые температуры составляют +20 ^{o}C и более; при этом характерен режим переменного увлажнения. Одну из эталонных площадей составляют железосодержащие латеритные коры выветривания Бразилии [9]. Эти литифицированные Fe-(Al)-O-OH комплексы сформировались в тропическом полуаридном климате не только в Бразилии, но и на других территориях мира (30° северной и 30° южной широт). В определенных геологических условиях латеритные коры обогащены благородными металлами и даже самородками золота. Вместе с гетитовыми образованиями присутствуют агрегаты коллоидного золота.

Реликты *триасового пенеплена,* зафиксированного корой выветривания ферриаллитного профиля, в уральском регионе имеют ограниченное распространение. Они сохранились на Южном Урале в пределах Таналык-Баймакской депрессии, на Залаирском плато, в днище ряда рифтогенных структур (грабенов) на Северном Урале (Волчанской, Богословско-Веселовской и других тектонических депрессий) [10]. Анализируя локальное размещение в регионе фрагментов триасового пенеплена, А. П. Сигов отмечает, что масштабное выравнивание рельефа могло быть реализовано лишь в пределах *тектонически стабилизированных блоков земной коры,* отшнурованных разломами от более тектонически мобильных областей. Подчеркивается, что эти относительно кратковременные геологические процессы пенепленизации проявили себя в регионе не одновременно и в разных местах. Во многих случаях в основании разреза толщи, выполняющей тектонические впадины (Богословскую, Веселовскую, Мостовскую, Буланаш-Елкинскую и др.), залегает пестроцветный горизонт, представленный преимущественно грубообломочными разностями пород (темно-зеленых, вишнево-красных, желтых и других тонов). Для него характерно отсутствие слоистости и сортировки материала, наблюдаются бобовые бокситовидные глины, отмечены маломощные тела бокситов. Эти данные свидетельствуют о наличии коры выветривания латеритного типа в период континентального развития региона, предшествовавшего заложению тектонических депрессий. Грубообломочный состав отложений нижней свиты указывает на расчлененный характер рельефа при возникновении депрессий, что могло быть связано с интенсивной блоковой тектоникой. Выравнивание рельефа произошло быстро, о чем свидетельствует мелкозернистый характер вышележащих отложений (аргиллиты, алевролиты, песчаники с пластами угля, горизонтами конгломератов), выполнявших впадины в обстановке медленного погружения днищ депрессий и в уже иных климатических условиях (умеренно влажного климата).

Физико-химическая модель развития латеритного процесса рассмотрена в многочисленных публикациях и, в том числе, в работе В. А. Копейкина [11]. Отмечено, что важней-

шим аспектом являлся переменный характер климата, вызывавший неоднократную смену окислительно-восстановительных условий в профиле коры при подъеме и опускании грунтовых вод. Вниз по профилю обычно происходило возрастание pH и снижение значений Eh среды. Частые их смены благоприятны для химического разложения пород. Если возрастание Eh приводит к окислению закисных элементов, то понижение – к восстановлению оксидов. Это вызывает изменение радиуса иона кристаллической решетки, тем самым приводя к ее разрушению. Смена Eh рассматривается, по выражению В. А. Копейкина, как «химическая дробилка» пород субстрата. При этом минералы «взрываются изнутри» вследствие изменений в кристаллической решетке. Этим достигаются наиболее глубокие химические преобразования состава пород.

С корами выветривания латеритного профиля может быть связана золотоносность. Месторождения подобного типа известны во многих странах мира (Австралии, Бразилии, Индии, государствах Африки, юго-запада Азии и т. д.) [12]. Возможно, что модель накопления золота в корах латеритного (ферриаллитного) профиля проявилась на Урале при формировании триасового пенеплена. Однако позднее при «разработке» юрского и мелового пенепленов горизонты латеритного покрова оказались большей частью уничтоженными, а сконцентрированное в них золото испытало переотложение (в том числе, участвуя в образовании россыпей).

На формирование *нижнеюрского пенеплена* также определяющее влияние оказали два фактора – тектонический и климатический. Как отмечает А. П. Сигов, неоднородность тектонического строения Урала, а также изменение климата отразились на пространственном и гипсометрическом положении поверхностей выравнивания и, в том числе, площадей возникшего юрского пенеплена. Определяющее значение при этом приобрела не только меридиональная, но и широтная тектоническая зональность.

На основе обобщения региональных геолого-геоморфологических материалов и карт геофизических полей обращено внимание на секущее положение по отношению к структурному плану складчатого субстрата вновь возникших субширотных морфоструктур. Значимость этих «трансорогенных» линеаментов проявилась в том, что они во многом разграничивают ареалы распространения мезозойского пенеплена. Выделены три тектонические зоны: Туринская, Каратауско-Челябинская и Зилаирско-Магнитогорская (рис. 3). В их пределах установлены горизонтальные смещения отдельных сегментов горных пород. Помимо этого, региональные линеаменты зафиксированы субширотными структурами фундамента, флексурными изгибами пород, аномалиями силы тяжести и магнитного поля, сквозными речными долинами и т. д.

Крупный блок земной коры с фрагментами юрского пенеплена расположен севернее Туринской зоны разломов. Вероятно, тот же возраст имеют фрагменты пенеплена, развитые на западном склоне Среднего Урала между Туринской и Каратауско-Челябинской зонами. Возможно, что того же возраста пенеплен был сформирован к югу от Залаирско-Магнитогорской зоны разломов, располагаясь восточнее триасового пенеплена.

В работе Анатолия Павловича подчеркнуто, что, помимо трех обозначенных субширотных тектонических зон, на Урале безусловно присутствуют региональные и локальные зоны (линеаменты) иной пространственной ориентировки (косоширотной, диагональной и т. д.), позиция которых заслуживает более точного обоснования и детального изучения. Это было подтверждено позднее практикой прогнозно-поисковых работ на основе массового использования дистанционных методов исследования.

Юрский пенеплен формировался в пределах относительно тектонически стабилизированных крупных блоков земной коры и в уже иных климатических условиях (в тропическом или субтропическом влажном климате). Возникшие при этом сиалитные коры имеют каолиновый, гидрослюдисто-каолиновый, галлуазитовый и иной тип профиля.

Произошло эффективное выравнивание рельефа и масштабное вовлечение в сферу денудационного снижения значительного объема выветрелых горных пород, а также коренных источников россыпеобразующих минералов. С рыхлыми отложениями аллювиального,

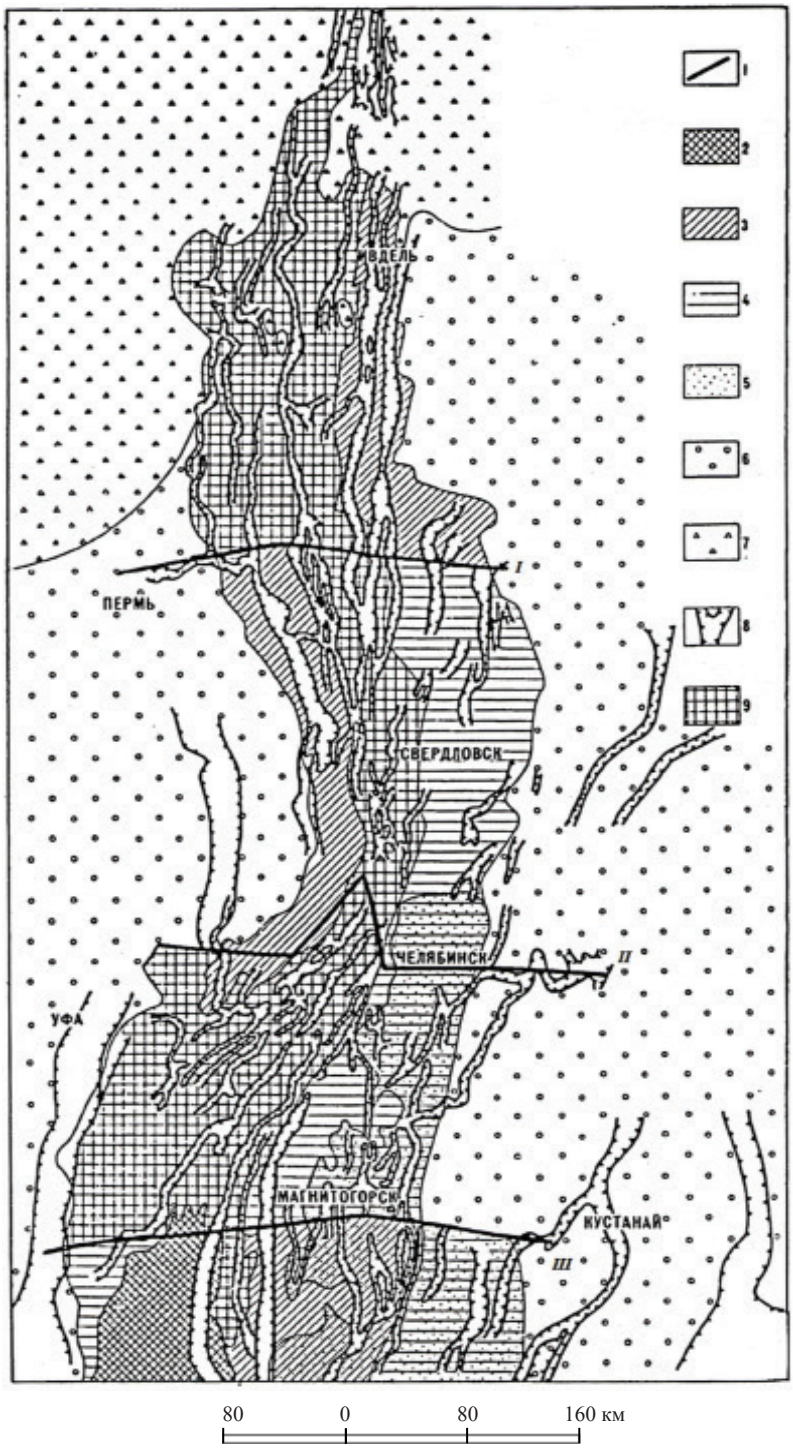


Рис. 3. Схема локализации разновозрастных элементов рельефа Урала (по А. П. Сигову, 1997):

1 – субширотные тектонические разломы, определившие размещение разновозрастных элементов: *I* – Туринская зона, *II* – Каратауско-Челябинская зона, *III* – Зилаирско-Магнитогорская зона; 2–4 – районы развития фрагментов пенеплена: 2 – триасового, 3 – юрского, 4 – мелового; 5 – район слабой новейшей тектоники, где не образовались плиоцен-четвертичные россыпи; 6 – области Предуралья и Зауралья, не перспективные по россыпям золота и платины; 7 – район плейстоценового оледенения с развитием ледниковых образований; 8 – мезозойские эрозионно-структурные депрессии; 9 – горная часть Урала с ярусным расположением фрагментов древних пенепленов

отчасти делювиально-пролювиально-аллювиального генезиса (лангурской свитой J_{2-3} ln, отчасти J_{1-2} ln) связано образование масштабных россыпей золота и платины на Северном Урале (Серовско-Ивдельской район), а также на западном склоне Среднего Урала. В россыпях накопился металл из эродированных местных коренных источников и дальнепринесенный за счет перемыва промежуточных коллекторов, представленных грубообломочными накоплениями в пределах субширотных палеопотоков раннемезозойского возраста [13].

Меловой пенеплен, сменивший в восточных выравненных частях Урала триасовый и юрский, наиболее полно представлен в пределах Зауральского пенеплена. При его формировании оказались выположенными, снивелированными под единый уровень породы палеозойского и допалеозойского субстрата. На несоответствие поверхности пенеплена структурным особенностям пород основания обратил внимание еще А. П. Карпинский (1915). Химические коры выветривания значительной мощности (до 30–50 м, а линейные коры до 100 м и глубже), почти сплошным чехлом перекрывают водораздельные пространства. В отдельных случаях на поверхности наблюдаются неизмененные породы. Способность противостоять агрегатам выветривания и денудации свойственна некоторым типам изверженных горных пород (монаднокам гранитоидов, телам серпентинитов), выходам кремнистых, окварцеванных пород и т. д.

Располагающийся западнее Приподнятый зауральский пенеплен характеризуется более пересеченным рельефом, а Откопанный пенеплен протягивается в виде узкой полосы вдоль восточной границы Зауральского пенеплена. Еще восточнее располагается Аккумулятивная равнина Зауралья (рис. 3).

За счет размыва рудоносных кор выветривания и коренных источников, отвечающих россыпеобразующим рудным формациям, в позднемеловое время были сформированы россыпи золота, связанные с аллювиальными отложениями сеноманского возраста (мысовской свитой – K_2 ms). Пространственно они повсеместно приурочены к мезозойским эрозионно-структурным депрессиям. Отложения представлены каолиновыми глинами белого, серого, желтовато-розового тонов, иногда черного цвета (из-за присутствия органики), а также подстилающими их кварцевыми песками и кварцево-кремнистыми галечниками. Россыпи на площади пенеплена мелового возраста сохранились фрагментарно, большей частью тяготея к областям развития глубокого заполненного карста. На остальных территориях сеноманские золотоносные отложения оказались размытыми, а содержащийся в них металл оказался вовлеченным в формирование более молодых комплексов россыпей (N_1^{1-2}, N_1^{2-3}, N_2^3, Q_{2-4}).

В завершении раздела следует отметить, что выполненное А. П. Сиговым палеогеоморфологическое районирование разновозрастных элементов рельефа Урала приобрело на современном этапе не только научное, но и прикладное значение. Оно позволило целенаправленно проектировать прогнозно-поисковые работы на экзогенные полезные ископаемые и, в первую очередь, на месторождения благородных металлов гипергенного генезиса. Наибольшую практическую значимость имеют следующие обоснованные в его работах научные положения:

– формирование триасового пенеплена во многом было предопределено тектоникой раннекиммерийской фазы складчатости; при этом по системе разломов были отшнурованы тектонически-стабильные блоки, подвергшиеся процессам пенепленизации;

– раннеюрской пенепленизации предшествовал следующий (позднекиммерийский) этап тектонических подвижек, который обособил по субширотной Каратауско-Челябинской тектонической зоне площадь формирования юрского пенеплена;

– при формировании мелового пенеплена ранее существовавшие россыпи юрского возраста были большей частью размыты с переотложением содержащегося в них металла в россыпи сеномана. Неблагоприятную роль при этом могла сыграть так называемая «бе-

ликовая толща» (K_1 ap-al), перекрывающая продуктивный горизонт позднемелового возраста от более древних золотоносных образований;

– установлено, что на восточном склоне Среднего Урала к северу от широтного течения р. Тагил (наследующей Туринскую тектоническую зону) получили развитие в зоне пенеплена только юрские россыпи, а к югу они исчезают, будучи замененными россыпями мелового возраста;

– на основе исследования эволюции россыпей во времени и пространстве выполнено геолого-геоморфологическое районирование Уральской россыпной провинции [14]. Это позволило ориентировать поисковиков при оценке площадей на выявление объектов конкретных возрастных и геолого-генетических типов. Установлено, что речная сеть в пределах Зауральского пенеплена южнее долины р. Миасс характеризуется слабым эрозионным врезом. Молодые комплексы россыпей в пределах современной гидросети здесь отсутствуют. Все попытки поисков россыпей золота в долинах рек Камышлы-Аять, Суундук и ряда других оказались безуспешными.

Особенности образования россыпей в условиях формирующихся пенепленов. Характеризуя минерагению мезозойских пенепленов, А. П. Сигов отмечает их особенность – широкое блуждание рек в процессе «разработки» древних поверхностей выравнивания. Сказанное во многом обусловило массовый размыв металлоносных кор выветривания с последующей концентрацией благородного металла в аллювиальных отложениях при неоднократно проявленных и сменяющих друг друга эрозионных циклах.

Как уже отмечено, реликты триасового пенеплена установлены на локальных площадях – в Таналык-Баймакской депрессии, на Зилаирском плато и ряде других мест. На остальных территориях «сильная орогения триаса» привела к размыву значительных масс минерализованных пород. Поскольку эрозия проявила себя крайне резко, выветривание за ней не успевало, и значительное количество металла (золота, платины) перемещалось по направлению к своим базисным зонам в связанном состоянии и на значительные расстояния. Образовавшиеся при этом толщи представляли промежуточные коллекторы аллохтонного типа, участвовавшие при последующем размыве в образовании более молодых комплексов россыпей [13].

Ранняя юра с ее каолиновым выветриванием и вовлечением в сферу размыва значительного объема горных пород была благоприятной для протекания процессов россыпеобразования. По вещественному составу рыхлые отложения юры относятся к типу «гумидных белоцветов». В эту же группу попадают отложения мысовской свиты сеномана и наурзумской свиты раннего миоцена.

В сеномане за счет размыва золотоносных кор выветривания и более древних континентальных отложений в условиях теплого гумидного климата сформировался позднемезозойский пенеплен. Возникшие в палеодолинах аллювиальные белоцветы мысовской свиты обычно являются россыпевмещающими. В то же время, А. П. Сигов обращает внимание, что эти отложения имеют более низкую обогащенность металлом по сравнению с лангурской свитой юрского возраста. Причиной этого могут быть: более низкий общий уровень эрозионного среза горных пород (120 м против 800 м в раннем мезозое); появление в разрезе непродуктивной «беликовой толщи» раннего мела, изолировавшей сеноманский аллювий от более древних металлоносных образований.

В работе [4] рассмотрены некоторые аспекты механизма формирования россыпей мезозойского возраста.

Образование аллювиальных россыпей происходило не одновременно на всем отрезке речных долин. Продуктивный (базальный) горизонт формировался лишь при донном и боковом размыве пород. Первый (глубинный) тип эрозии проявлял себя на неравновесных участках, постепенно («попятно») смещаясь к истокам рек; второй следовал за первым, также постепенно смещаясь вверх. Каждый новый эрозионный цикл наращивал общую элонгацию металла.

Изучение строения разреза пород лангурской свиты (на основе литологических, палеоботанических, спорово-пыльцевых, карпологических и других исследований) показало, что при формировании толщ происходила неоднократная смена эрозионных циклов, что сказалось на составе и возрасте пород. Возраст пород свиты оказался достаточно широким – от ранней до поздней юры. Так, на Лангуре и Мысовой это нижняя и средняя юра, на Ауэрбахе и Белке – верхняя юра и даже нижний мел [15].

При крутом продольном профиле равновесия рек элонгация металла могла быть наиболее высокой. На цоколе твердых и не выветрелых пород она оказывалась более значительной, чем в условиях площадного развития химических кор выветривания. В юре, когда ложе рек не всегда было представлено выветрелым материалом, продольный профиль палеорек был круче, нежели в мелу. В обломках переносился и полимиктовый материал, содержащий связанный с породой металл (золото, платину). Эти обломки разной крупности «дозревали» при выветривании и постепенно разваливались при транспортировке, наращивая общую элонгацию металла. Сказанное подтверждают многочисленные примеры на территории Урала.

В Исовском районе россыпи платины по долинам рек Ис и Тура удалены от первоисточников – массивов Светлый и Вересовый Бор на расстояние, превышающее 100 км (Высоцкий Н. К., Вернадский В. И. и др.).

К востоку от массива Денежкин Камень на расстоянии более 40 км располагается полоса, изобилующая богатыми золото-платиновыми россыпями. Если золото в россыпи могло поступать из местных коренных источников, то присутствие промышленных содержаний платины (светлой, мелкой и сильно истертой, по Н. К. Высоцкому) может быть объяснено значительной элонгацией металла от удаленных первоисточников.

Куст богатейших россыпей золота в пределах Андрее-Юльевского участка на Южном Урале приурочен к мезозойской депрессии, берущей начало с площади Кочкарского рудного поля. До настоящего времени остается открытым вопрос о том, за счет каких коренных источников сформировались эти высокопродуктивные россыпи, приуроченные к протяженным карстовым зонам [16]. Наряду с хорошо окатанным металлом в россыпях узла присутствует значительное количество золота рудного облика. Сказанное позволяет рассматривать объект как гетерогенный: золото в россыпи поступало не только из рассредоточенных и убогих местных коренных источников, но его основная масса была принесена с севера (на расстояние до 10 км) в связанном состоянии, высвободившись позднее при выветривании («дозревании») рудного обломочного материала.

Одной из особенностей россыпей благородных металлов на Урале является преемственность концентраций при формировании аллювиальных полихронных месторождений. Эту важнейшую закономерность многократного переотложения металла Анатолий Павлович назвал «исторической преемственностью россыпей». Примеры многократного переотложения золота установлены в большинстве ведущих рудно-россыпных узлов. При этом основными россыпевмещающими морфоструктурами являются мезозойские эрозионно-структурные депрессии (рис. 2).

Завершая рассмотрение вопросов, касающихся различных аспектов россыпеобразования пенепленизированных территорий, следует при проведении прогнозно-поисковых работ обращать внимание на следующие закономерности:

– высокие концентрации золота в россыпях могут возникнуть не только при разрушении промышленно значимых коренных источников, но и за счет убогой и рассредоточенной в пространстве благороднометалльной минерализации;

– при неоднократном перемыве россыпей в определенные временные отрезки (J_{2-3}, K_2, N_1^{1-2}, N_1^{2-3}, N_2 – Q) концентрация металла в наиболее молодых комплексах россыпных объектов обычно возрастает;

– значительный эрозионный срез блоков минерализованных горных пород может при-

вести к полному (или значительному) срезу коренных источников. Это обстоятельство необходимо учитывать при анализе системы «коренной источник – россыпь». При этом для конкретных участков следует отстраивать геолого-генетические модели накопления самородного золота с учетом уровня эрозионного среза и выполненных палеогеоморфологических реконструкций.

Проблемы изучения золотоносности, связанной с мезозойской (постколлизионной) активизацией. В своей последней опубликованной работе Анатолий Павлович обозначил ряд актуальных проблем, заслуживающих, по его мнению, пристального внимания и изучения. К их числу относится проблема оценки минерагенической роли мезозойской тектоники в Уральском регионе. «Обращает на себя внимание, – пишет он, – отсутствие карты мезозойской тектоники Урала; а ведь … такая карта необходима в практике работ не менее карты неотектоники» [1]. В объяснительной записке к карте новейшей тектоники Урала [17] ее авторы обращают внимание на необходимость наращивания знаний по этой проблеме «для промышленного прогнозирования и направления поисково-разведочных работ». В полной мере сказанное относится и к проблеме оценки роли мезозойской тектоники (отвечающей киммерийской фазе складчатости) в формировании структур уральского подвижного пояса, а также обоснования минерагенического потенциала этих структур.

Различные аспекты изучения тектоники мезозоя Урала затронуты в публикациях многих авторов. В основном они касаются тектонических процессов раннего мезозоя (Горский И. И., 1943; Архангельский Н. И., 1955; Буданов Н. Д., 1957; Каретин Ю. С., 1965; Вялухин Г. И., 1969, Расулов А. Т., 1982 и др.). Однако вопросы пространственной и генетической связи эндогенных рудно-метасоматических систем, связанных с мезозойскими структурами, в упомянутых работах практически не затронуты. Нет сведений о потенциальной рудоносности киммерийских структурных комплексов и в работах А. П. Сигова (фактический материал по этой тематике в те годы просто отсутствовал).

Ярким учеником и продолжателем научных концепций Анатолия Павловича был Валентин Соломонович Шуб (трагически ушедший из жизни 12 сентября 1994 г., что создало вакуум в ряде важнейших направлений Уральской геологической службы). Круг профессиональных интересов Валентина Соломоновича был чрезвычайно широк: геология, палеогеоморфология, стратиграфия, литология, экзогенная минерагения. Но основное внимание было уделено изучению мезозойского этапа развития Урала и Зауралья. В середине 70-х годов в развитие идей Анатолия Павловича им подготовлен к изданию макет общеуральских геоморфологических карт масштаба 1:2500000. Объяснительная записка к картам содержит сведения обо всех ведущих геоморфологических элементах рельефа. В последние годы жизни В. С. Шуб занимался проблемами континентальных перерывов в геологической истории Урала и сопряженных с ними процессов тектономагматической активизации (ТМА).

В 1991 г. сотрудники УГСЭ (В. С. Шуб, В. Я. Левин, К. К. Золоев) составили региональную карту мезозойской тектономагматической активизации. На ней отражены продукты трех выделенных этапов ТМА: P_2-J_1, J_2-K_2, и P_3-Q. Рассмотрены критерии диагностики продуктов ТМА, дана оценка их минерагенического потенциала [18, 19]. Отмечается, что зоны мезозойской активизации частично (или полностью) перекрывают площади распространения более ранних продуктов рудогенеза, что во многом затрудняет диагностику их структурно-вещественных комплексов. Подчеркнуто, что обоснование границ выделенных зон и районов MZ ТМА произведено не столько по распространению магматических формаций (крайне ограниченно проявленных на уровне современного эрозионного среза), а, в основном, по совокупности признаков. В их числе: геохимические ореолы сурьмы и ртути, шлиховые ореолы киновари, пункты развития «глинизированных» пород

повышенной мощности, зоны развития глубокого и сверхглубокого карста, некоторые геофизические аномалии и ряд иных минералогических признаков (типоморфные особенности самородного золота, присутствие «свежего» пирита и т. д.).

Проблемой изучения постколлизионных рудно-метасоматических процессов с середины 90-х годов занимается коллектив сотрудников факультета геологии и геофизики Уральского государственного горного университета (Грязнов О. Н., Баранников А. Г., Угрюмов А. Н., Душин В. А. и др.). Актуальность подобных исследований очевидна. За 270-летний период эксплуатации традиционных для уральского региона жильных месторождений золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой формаций их фонд близок к исчерпанию. Следовательно остро встала проблема определения рациональных направлений прогнозно-поисковых и оценочных работ на золото как на ближнюю, так и на отдаленную перспективу. В этой связи пристального внимания заслуживает проблема оценки перспектив Уральского региона на новый и пока что слабо изученный тип *золото-аргиллизитового оруденения* [20].

Аргиллизиты обычно завершают длительный и растянутый во времени процесс золотого рудогенеза. В наибольшей степени эти метасоматиты проявили себя на заключительном этапе развития Уральского складчатого пояса, развиваясь в активизированных структурно-вещественных комплексах, содержащих некоторое количество золота в генетически разнородных объектах. Под воздействием низкотемпературных гидротермальных растворов происходило переотложение металла, его вовлечение в новые гидротермально-метасоматические циклы. В узлах эндогенной активизации отмеченные процессы могли привести к формированию полихронных и полигенных золоторудных объектов [20, 21].

На современном уровне изучения проблемы возможно выделение двух стадий развития MZ ТМА: ранняя, P_2-J_1, и поздняя, J_2-K_2. С наибольшей интенсивностью проявилась ранняя стадия. Она выразилась в подновлении разнопорядковых разломов складчатого Урала, формировании наложенных тектонических угленосных структур, покровно-надвиговых дислокаций, в ограниченном проявлении магматизма. Формирование золоторудных объектов телетермального типа второй (поздней) стадии уже происходило на фоне регионального развития химических кор выветривания площадного и линейного типов, было тесно сопряжено с процессами пенепленизации складчатых структур. При этом были зафиксированы тектонические подвижки, проявлен ущербный магматизм, отмечено продолжение гидротермально-метасоматических процессов.

Телетермальный рудогенез в условиях масштабной пенепленизации протекал со значительным временным отставанием от пика магматической активности. Формирующиеся при этом рудные скопления несут признаки малоглубинной природы. Они отражают суммарный результат как восходящих гипогенных ювенильных растворов, так и нисходящих высокореакционных метеорных вод. Именно этот смысл следует вкладывать в понятие *гипогенно-гипергенный тип золотого оруденения* – когда эндогенные и экзогенные процессы оказались сближенными во времени и пространстве [22]. Отмеченные процессы нередко локализованы в плотике россыпных месторождений, образовавшихся при денудационном снижении рудоносных блоков с более ранним золотом березит-лиственитовой формации. Известные на сегодня проявления процессов мезозойского золотого рудогенеза представлены практически во всех структурно-формационных зонах Урала и в вещественных комплексах различных палеогеодинамических обстановок. Они проявили себя в пределах известных рудно-россыпных узлов и на «новых площадях».

Месторождения золото-аргиллизитовой формации представляют *новый нетрадиционный для региона геолого-промышленный тип.* Два месторождения этого типа – Светлинское и Воронцовское (где важную роль в их образовании имели процессы пост-

коллизионной активизации), выявленные в начале 80-х годов прошлого столетия, представляют основную сырьевую базу рудного золота в регионе. Низкотемпературные гидрослюдистые метасоматиты аргиллизитовой формации обнаружены в последние годы на Приполярном Урале: золоторудное месторождение Новогоднее-Монто, золотосодержащие фосфатоносные коры выветривания Софроновского месторождения, золотопроявления Хальмерьюзского рудного узла и т. д. Исследованиями В. А. Душина [23] установлено, что современный структурный план Уральской аккреционно-складчатой системы был сформирован в мезозое. Одной из потенциально золотопродуктивных является Собско-Нундерминская шовная зона. Она представляет собой пликативно-дизъюнктивную систему северо-западной ориентировки субпараллельных тектонических структур надвигово- и сбросо-надвигового типа, содержащую клинья разновозрастных породных комплексов (рифейско-палеозойских). Выделенные в этой зоне перспективные рудно-метасоматические узлы содержат благороднометалльную минерализацию (золото, платину). Установлен сопряженный характер проявленных на площади метасоматитов (березитизация-аргиллизация) и оруденения различной формационной принадлежности, что свидетельствует о продолжительности и многостадийности процессов рудогенеза. Приведенные в публикациях В. А. Душина геохронологические датировки магматических пород различного состава, выполненные с применением современных методов (K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nb), показали широкий возрастной диапазон проявленных в шовных зонах «молодых» рудно-метасоматических процессов (от 240–254 млн лет до 81,3 млн лет).

Заключение. Научное наследие А. П. Сигова отличается масштабностью, широтой рассматриваемых проблем, актуальностью, «заостренностью» на получение конкретных практических результатов. Еще раз обратим внимание на следующие отраженные в многочисленных публикациях научные концепции.

1. В мезозое в пределах Уральского подвижного пояса при благоприятном сочетании палеотектонических и палеоклиматических факторов произошла масштабная пенепленизация региона. Эти процессы с теоретически завершенными (конечными) циклами выравнивания рельефа были проявлены в геологической истории неоднократно (в триасе, юрское и меловое время), что обусловило грандиозность гипергенного преобразования пород субстрата с формированием масштабных скоплений полезных ископаемых. Пенеплены различного возраста следует рассматривать как «реперные площадки», позволяющие анализировать вертикальные перемещения крупных блоков земной коры и использовать эти данные при оценке минерагенического потенциала конкретных территорий.

2. Установлено, что: а) на восточном склоне Среднего и Северного Урала в зоне юрского пенеплена развиты древние россыпи исключительно юрского возраста, а в южной части в зоне мелового пенеплена – россыпи мелового возраста; б) на Южном Урале в области Зауральского пенеплена отмечен слабый эрозионный врез современной гидросети; россыпное золото в этих долинах не образует промышленных концентраций.

3. Для россыпей золота и платины, формировавшихся в условиях пенепленизации рельефа, характерен ряд особенностей, касающихся уровня элонгации металла, его заимствование при перемыве промежуточных коллекторов. При неоднократной трансформации россыпей уровень концентрации металла в наиболее молодых комплексах обычно возрастает.

4. При исследовании системы «коренной источник-россыпь» недостаточно ограничиваться анализом структурно-геоморфологических карт и выявленных минералого-геохимических признаков. Необходимо выполнение палеогеоморфологических и палеотектонических реконструкций (с отстройкой моделей развития рудно-россыпных узлов).

5. Сопряженно с масштабным гипергенезом в мезозое проявила себя рудоносность, связанная с постколлизионными гидротермально-метасоматическими процессами зо-

лото-аргиллизитовой формации. Она установлена как на площадях с уже выявленной золотоносностью, так и в заново сформированных структурных зонах. Эти объекты рассматриваются в ранге нового нетрадиционного для Урала типа золотого оруденения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сигов А. П. Воспоминания геолога-полевика / под ред. В. М. Якушева. Екатеринбург: Изд-во «РУТА-Фонд», 1997. 12 с.

2. Сигов А. П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. М.: Изд-во Недра, 1969. 296 с.

3. Сигов А. П. Основные эпохи корообразования Урала и их металлогения: сб. «Коры выветривания Урала». Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1969. С. 13–20.

4. Сигов А. П., Ромашова В. И. Закономерности образования и размещения золото-платиновых россыпей Урала. Свердловск: Изд-во УКСЭ, 1977. 208 с.

5. Сигов А. П., Ромашова В. И. Геолого-геоморфологические критерии прогнозирования россыпных и рудных месторождений золота Урала (методические рекомендации по прогнозированию кварцевожильных и россыпных месторождений). Свердловск: Изд-во «Уралгеология», 1987. 123 с.

6. Davis N. M. The geographical cycle // Geogr. J. 1899. № 14. P. 481–504.

7. Наумов А. Д. Пенеплены. Их геолого-генетическое значение как особой генетической категории рельефа материков. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1981. 404 с.

8. Гузовский Л. А. Проект легенд для среднемасштабных карт кор выветривания Урала: сб. «Коры выветривания Урала». Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1969. С. 21–25.

9. Bhaskara Rao A. Lateritised gravel bed: a new guide horizon for lateritic gold // Chem. Geol. 1987. Vol. 60. N 1–4. P. 287–291.

10. Каретин Ю. С. К вопросу о палеогеографии триасового периода на восточном склоне Урала (по материалам Богословской депрессии) // Материалы по геоморфологии Урала. Вып. 2. М.: Недра, 1971. С. 157–163.

11. Копейкин В. А. Физико-химическая модель латеритного процесса: автореф. дис. … докт. геол.-минерал. наук. Новосибирск, 1984. 33 с.

12. Геолого-генетические основы прогноза и поисков месторождений золота в корах выветривания / Н. М. Риндзюнская [и др.]. М.: ЦНИГРИ, 1995. 42 с.

13. Баранников А. Г., Осовецкий Б. М. Платиновые и платиносодержищие россыпи Урала, критерии и признаки их пространственной связи с первоисточниками // Изв. УГГУ. Вып. 3(35). Екатеринбург, 2014. С. 12–29.

14. Россыпные месторождения золота Урала / В. С. Шуб [и др.] // Горный журнал. Уральское горное обозрение. 1994. № 2(6). С. 27–50.

15. Сигов А. П., Якушев В. М. Новые данные о возрасте лангурской свиты // Материалы по геоморфологии Урала. Вып. 2. М.: Недра, 1971. С. 163–165.

16. Баранников А. Г., Шуб И. З. О связи россыпей золота с коренными источниками на примере месторождений Южного Урала // Вопросы поисков, разведки и опробования рудных месторождений. Вып. 74. Свердловск, Изд-во СГИ, 1970. С. 9–14.

17. Новейшая тектоника Урала. Т. V. Материалы по металлогении Урала / под. ред. А. П. Сигова, В. А. Сигова. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1975. 109 с.

18. Металлогения зон тектономагматической активизации на Урале / В. Я. Левин [и др.] // Геодинамика и металлогения Урала: матер. к II Уральскому металлоген. совещ. / УрО АН СССР. Свердловск, 1991. С. 45–47.

19. Золото Урала. Россыпные месторождения (к 250-летию золотой промышленности Урала) / В. С. Шуб [и др.]. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. 135 с.

20. Грязнов О. Н., Вахрушев С. Н. Золото-аргиллизитовая формация Урала // Руды и металлы. 1997. № 2. С. 73–84.

21. Грязнов О. Н., Баранников А. Г., Савельева К. П. Нетрадиционные типы золото-аргиллизитового оруденения в мезозойских структурах Урала // Изв. УГГУ. Вып. 22. Екатеринбург, 2007. С. 41–54.

22. Грязнов О. Н., Баранников А. Г., Савельева К. П. Нетрадиционные типы золоторудных месторождений Урала // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Междунар. конф., посв. 80-летию основания в Томском политехн. ун-те первой в азиатской части России каф. «Разведочное дело»: матер. науч. конф. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2010. С. 320–325.

23. Баранников А. Г. Гипогенно-гипергенный тип золотого оруденения на Урале // Изв. УГГГА, сер. «Геология и геофизика». 1998. Вып. 8. С. 94–99.

24. Душин В. А. Активизированные шовные зоны – новый перспективный объект благороднометалльной минерализации на Полярном Урале // Региональная геология и металлогения. № 29. 2006. С. 73–87.

Поступила в редакцию 20 февраля 2015 г.

Баранников Александр Григорьевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии, поисков и разведки МПИ. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: fgg.gpr@m.ursmu.ru

УДК 622.532

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ШАХТНЫХ СЕКЦИОННЫХ ДВУХПОТОЧНЫХ НАСОСОВ

Долганов А. В., Попов Ю. В., Тимухин С. А., Пискарев А. Н.

На современном этапе развития горной техники требуется создание и освоение промышленного производства технологичного, однотипного и унифицированного насосного оборудования, отвечающего всем основным требованиям горного производства. Этим требованиям и условиям в наибольшей степени, по мнению авторов, отвечают центробежные секционные насосы, создаваемые на основе двухпоточной гидравлической схемы. В статье обосновано, что диапазоны подач и напоров двухпоточных секционных насосов, создаваемых на элементной базе существующих однопоточных, составляет соответственно 26–2000 м^3/ч и 110–650 м. Следовательно, они в полной мере могут заменить менее совершенные в техническом отношении спиральные насосы (исходя из покрытия полей потребных водоотливных режимов шахт и рудников).

Ключевые слова: *шахтные секционные насосы; подача; напор; сравнительная оценка; ремонтопригодность.*

Значительное разнообразие гидрогеологических и горнотехнических условий шахт, рудников и карьеров предполагает применение самых разнообразных типов и конструкций шахтных центробежных насосов. Так, для обводненных месторождений в сложных гидрогеологических условиях применяются, в основном, мощные спиральные насосы, а для главных водоотливов глубоких горизонтов – высоконапорные секционные однопоточные насосы различных типоразмеров [1, 2]. С учетом участкового, проходческого, зумпфового и других водоотливов шахт и карьеров разнообразие насосного оборудования становится еще более значительным, что, в конечном счете, негативно отражается на всем процессе горного производства. Многолетний опыт эксплуатации насосного оборудования позволил установить основные преимущества и недостатки применяемых насосов. У спиральных насосов это невозможность изменения напора числом рабочих колес, нетехнологичность и сложность изготовления, значительные массогабаритные показатели и невозможность изготовления на большие напоры (реально не более 360–400 м), главным образом, из-за трудности герметизации горизонтального разъема. У секционных насосов это низкая надежность и ремонтопригодность, главным образом, из-за крайне неудовлетворительной работы гидравлических разгрузочных устройств [3, 4]. Кроме того, секционные насосы достаточно сложно изготавливать на большие подачи (самый крупный секционный насос ЦНСГ-850-240…960 имеет номинальную подачу 850 м^3/ч; для сравнения – шахтные спиральные насосы имеют подачу 2000 и более м^3/ч).

В трудах известного специалиста в области рудничного водоотлива профессора В. М. Попова [1] отмечается, что основным направлением технического прогресса в области рудничного насосостроения является повышение технико-экономических показателей насосов существующих типоразмеров и создание новых типов насосов в соответствии с развитием смежных отраслей промышленности. Не менее важными, по мнению В. М. Попова, являются также вопросы обеспечения дальнейшего увеличения сроков непрерывной работы насосов без текущего и капитального ремонтов.

Очевидно, что на современном этапе развития горной техники требуется создание

и освоение промышленного производства технологичного, однотипного и унифицированного насосного оборудования, отвечающего всем основным требованиям горного производства. Этим требованиям и условиям в наибольшей степени, по нашему мнению, отвечают центробежные секционные насосы, создаваемые на основе двухпоточной гидравлической схемы. Первые попытки разработки таких насосов относятся еще к 50-м годам XX века, когда на Украине (Горловка) создавался насос типа ГМС (Горловский, мощный, стационарный) [5]. Рабочие колеса в этом насосе впервые были расположены в двух одинаковых группах с подводом к ним воды с противоположных сторон. Теоретически в таком насосе за счет симметричного расположения рабочих колес осевые силы ротора должны были полностью уравновешиваться. Однако неудачное конструктивное решение выходной части насоса обусловило перетоки воды между последними рабочими колесами, что явилось причиной недостаточного уравновешивания осевых сил. Поэтому на радиально-упорные подшипники насосов передавалась значительная нагрузка, приводящая их к быстрому износу. Вследствие этого, а также из-за стремления создать универсальный насос, в котором группы секций могли быть соединены как последовательно, так и параллельно (что, естественно, значительно усложняло конструкцию), данная попытка создания секционного двухпоточного насоса была признана неудачной и не получила дальнейшего развития.

Однако на основе весьма значительного опыта разработки, конструирования и освоения широкого серийного производства шахтных центробежных насосов на самые разнообразные диапазоны подач (до 2000–2500 м^3/ч) и напоров (до 1700–1900 м) создались необходимые предпосылки для создания секционных двухпоточных насосов, практически не имеющих отмеченных выше недостатков. В том числе самого главного для однопоточных насосов – несовершенного способа (и устройства) компенсации осевой силы, которая в двухпоточных насосах устраняется наиболее эффективно симметричным расположением рабочих колес.

Для снижения затрат и ускорения промышленного производства создание двухпоточных насосов на первом этапе может осуществляться на элементной базе однопоточных (секций с рабочими колесами одностороннего всасывания, лопаточными отводами с переводными каналами и направляющими аппаратами; всасывающих торцевых крышек с гидрозатворами и сальниковыми уплотнениями; валов и стяжных болтов). При реализации такого подхода не требуется значительного технического перевооружения производства, и поэтому освоение нового поколения насосной техники может осуществляться с минимальными временными и материальными затратами.

В табл. 1 приведены основные технические характеристики предполагаемого типоряда двухпоточных секционных насосов, создаваемых на элементной базе однопоточных.

Таблица 1

Основные технические характеристики типоряда двухпоточных насосов

Элементная база разработки и освоения производства	Технические данные двухпоточных насосов				
	Типоразмер насоса	Напор, м (max)	Подача в рабочей зоне, м^3/ч	Мощность, кВт (max)	КПД, %
Однопоточный насос ЦНС 13-70…350	ЦНСД 26-70…175	175	16–38	20	69
ЦНС 38-44…220	ЦНСД 76-44… 110	110	56–96	45	70
ЦНС(к) 60-66…330	ЦНСД(к) 120-66…165	165	96–160	100	70
ЦНС 105-98…490	ЦНСД 210-98… 245	245	160–260	250	73
ЦНС(к) 180-85…425	ЦНСД (к) 360-85…212	212	260–440	320	75

Элементная база разработки и освоения производства	Технические данные двухпоточных насосов				
	Типоразмер насоса	Напор, м (max)	Подача в рабочей зоне, м³/ч	Мощность, кВт (max)	КПД, %
ЦНС (к) 180-500…900	ЦНСД(к) 360-300…500	500	260–440	800	76
ЦНС(к) 300-120…600	ЦНСД(к) 600-120…300	300	440–760	800	73
ЦНС(к) 300-650…1300	ЦНСД(к) 600-390…650	650	440–760	1600	75
ЦНС 500-160…880	ЦНСД(к) 1000-160…440	440	760–1240	1600	77
ЦНС 850-240…960	ЦНСД 1700-240…480	480	1280–2000	3150	76

Анализ табл. 1 показывает, что диапазоны подач и напоров двухпоточных секционных насосов, создаваемых на элементной базе существующих однопоточных, составляют соответственно 26–2000 м³/ч и 110–650 м. Следовательно, они в полной мере могут заменить менее совершенные в техническом отношении спиральные насосы (исходя из покрытия полей потребных водоотливных режимов шахт и рудников). Так, например, базовый для шахт ОАО «Севуралбокситруда» спиральный насос 14М8х4 (ЦН 900-360) с номинальной подачей 600м³/ч может быть полноценно заменен на двухпоточный секционный ЦНСД 600-260…650.

Однако для всесторонне обоснованного принятия решений по этому вопросу необходима дополнительная сравнительная технико-экономическая оценка рассматриваемых вариантов насосного оборудования. Выполним ее по следующей группе критериев: удельной энергоемкости q_1 (кВт/м⁴/ч); удельной металлоемкости q_2 (кг/м⁴/ч); удельной габаритности q_3 (м³/м⁴/ч), а также по КПД и коэффициенту быстроходности n_c.

Значения q_1 (кВт/м⁴/ч), q_2 (кг/м⁴/ч) и q_3 (м³/м⁴/ч) определялись по следующим выражениям:

$$q_1 = \frac{N_{эф}}{Q_н H_н} H = \frac{N_{эф}}{Q_н} H_н; \quad (1)$$

$$q_2 = \frac{G_{нас}}{H_н Q_н}; \quad (2)$$

$$q_3 = \frac{V_{нас}}{H_н Q_н}; \quad (3)$$

где $N_{эф}$; $G_{нас}$;$V_{нас}$ – соответственно эффективная мощность (на валу); масса насоса; объем, занимаемый насосом; $Q_н$; $H_н$ – номинальные значения подачи и напора.

Результаты данных расчетов сведены в табл. 2, откуда следует, что:

– по удельной энергоемкости сравниваемые варианты примерно равноценны;

Таблица 2

Сравнительные технические данные спиральных и секционных двухпоточных насосов

№	Типоразмер насоса	Номинальная подача $Q_н$, м³/ч	Номинальный напор $H_н$, м	Мощность на валу, кВт	Масса насоса, кг	Удельная мощность, кВт/м⁴/ч	Удельная металлоемкость, кг/м⁴/ч	Удельная габаритность, м³/м⁴/ч	КПД насоса, %	Коэффициент быстроходности	Частота вращения, мин⁻¹
Спиральные насосы											
1	ЦН-400-210	450	140	257	2800	$0{,}40 \cdot 10^{-2}$	$4{,}4 \cdot 10^{-2}$	$0{,}21 \cdot 10^{-2}$	74	117	1450
2	ЦН-900-360	600	380	1050	9200	$0{,}46 \cdot 10^{-2}$	$4{,}0 \cdot 10^{-2}$	$0{,}2 \cdot 10^{-2}$	81	71	1450
3	ЦН-1000-180	1000	180	650	2340	$0{,}36 \cdot 10^{-2}$	$1{,}3 \cdot 10^{-2}$	$0{,}26 \cdot 10^{-2}$	72	94	1450
4	ЦН-1200-310	1200	240	1000	10000	$0{,}35 \cdot 10^{-2}$	$3{,}4 \cdot 10^{-2}$	$0{,}34 \cdot 10^{-2}$	72	142	1450
5	8НД-10х5	300	420	500	2400	$0{,}39 \cdot 10^{-2}$	$1{,}9 \cdot 10^{-2}$	$0{,}32 \cdot 10^{-2}$	73	117	2950
Секционные двухпоточные насосы											
6	ЦНСД-120-165	120	165	82	405	$0{,}41 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$0{,}19 \cdot 10^{-2}$	70	142	2950

№	Типоразмер насоса	Номинальная подача $Q_н$, м³/ч	Номинальный напор $H_н$, м	Мощность на валу, кВт	Масса насоса, кг	Удельная мощность, кВт/м⁴/ч	Удельная металлоемкость, кг/м⁴/ч	Удельная габаритность, м³/м⁴/ч	КПД насоса, %	Коэффициент быстроходности	Частота вращения, мин⁻¹
7	ЦНСД-210-245	210	245	216	958	$0{,}42 \cdot 10^{-2}$	$1{,}8 \cdot 10^{-2}$	0,1 $3 \cdot 10^{-2}$	73	139	2950
8	ЦНСД-360-212	360	121	294	1680	$0{,}38 \cdot 10^{-2}$	$2{,}3 \cdot 10^{-2}$	$0{,}13 \cdot 10^{-2}$	75	101	1450
9	ЦНСД-360-450	360	450	595	1580	$0{,}36 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$0{,}053 \cdot 10^{-2}$	76	105	2950
10	ЦНСД-600-300	600	300	721	2278	$0{,}4 \cdot 10^{-2}$	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	$0{,}083 \cdot 10^{-2}$	75	100	1450
11	ЦНСД-1000-440	1000	440	1661	5364	$0{,}38 \cdot 10^{-2}$	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$	$0{,}070 \cdot 10^{-2}$	77	103	1450
12	ЦНСД-1700-480	1700	480	3078	7149	$0{,}38 \cdot 10^{-2}$	$0{,}9 \cdot 10^{-2}$	$0{,}050 \cdot 10^{-2}$	76	99	1450

– по удельной металлоемкости секционные двухпоточные насосы примерно в 2,0 раза превосходят спиральные;

– по удельной габаритности – в 2,5 раза;

– по надежности и ремонтопригодности секционные двухпоточные насосы имеют примерно такие же показатели, как и спиральные насосы;

– по величине КПД сравниваемые варианты примерно равноценны (здесь следует заметить, что за счет устранения из схемы разгрузочного устройства снижаются весьма значительные присущие им объемные и механические потери и повышается КПД насоса в целом на 4–5 % [6]);

– по удельной быстроходности сравниваемые варианты различаются незначительно: в обоих случаях рабочие колеса относятся к нормальным при незначительно большем значении (≈ на 6 %) этого показателя у двухпоточных насосов.

В целом сравнительная оценка наглядно иллюстрирует преимущества секционных двухпоточных насосов, что в комплексе с другими их характеристиками свидетельствует о перспективности и технико-экономической целесообразности их разработки и широкого промышленного освоения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов В. М. Водоотливные установки: справ. пос. М.: Недра, 1990. 254 с.

2. Стационарные установки шахт / под ред. Б. Ф. Братченко. М.: Недра, 1977. 440 с.

3. Тимохин Ю. В., Паламарчук Н. В. Выбор оптимальных конструктивных размеров гидравлического разгрузочного устройства шахтного насоса с учетом энергетических потерь. Стационарное оборудование шахт: сб. науч. трудов ВНИИГМ им. М. М. Федорова. Донецк, 1987. С. 144–122.

4. Тимохин Ю. В. Исследование и совершенствование гидравлических разгрузочных устройств шахтных центробежных насосов: автореф. дис. … канд. техн. наук. М.: ВЗПИ, 1990. 15 с.

5. Жумахов И. М. Насосы, вентиляторы и компрессоры. М.: Углетехиздат, 1958. 580 с.

6. О разработке шахтных центробежных двухпоточных секционных насосов / Тимухин С. А. [и др.] // Изв. УГГУ. 2014. № 2(34). С. 39–41.

Поступила в редакцию 15 января 2015 г.

Долганов Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: AV.Dolganov@yandex.ru

Попов Юрий Владимирович – доктор технических наук, заведующий кафедрой горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: Yuriy.Popov@m.ursmu.ru

Тимухин Сергей Андреевич – доктор технических наук, профессор кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Пискарёв Алексей Николаевич – начальник технического отдела. 300028, г. Тула, ул. Болдина, 94, ООО «Линк-Продукт», оф. 218. E-mail: to@linkprodukt.ru

УДК 622.44

О РАСЧЕТЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ СМЕШАННОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ

Копачев В. Ф., Долгих Д. С.

В статье рассмотрены особенности расчета аэродинамических характеристик шахтных вентиляторов смешанного принципа действия. За основу расчета принят экспериментально-теоретический метод, предложенный кафедрой горной механики Уральского государственного горного университета. Данный подход к расчету аэродинамических (рабочих) характеристик шахтных вентиляторов при их разработке и проектировании позволяет получать более адекватные результаты.

Ключевые слова: *аэродинамические характеристики; шахтные вентиляторы смешанного принципа действия; косвенное определение потерь давления.*

Расчет аэродинамических характеристик шахтных вентиляторов обычно производится на заключительном этапе их разработки и проектирования по уже известным кинематическим и геометрическим параметрам. В основе этих расчетов лежит определение суммарных потерь давления в проточной части и теоретической характеристики вентилятора по статическому давлению.

В настоящее время методология такого подхода достаточно хорошо известна в части как центробежных, так и осевых вентиляторов при раздельном рассмотрении отдельных видов потерь давления [1, 2].

Однако при расчете аэродинамических характеристик вентиляторов смешанного принципа действия, имеющих в своём составе центробежные и осевые рабочие колёса, подобный подход требует соответствующих дополнений и уточнений, так как он не учитывает взаимное влияние различных видов потерь, потерь давления на вихреобразование в проточной части рабочих колёс и др. При этом следует иметь в виду, что разделение потерь в турбомашинах является весьма грубым и условным, так как фактически их разделить нельзя [2, 3]. Поэтому целесообразнее использовать методы, дающие косвенную оценку суммарных потерь давления в проточной части машин.

С учётом этого, а также того, что задачей настоящей работы является расчёт характеристик вентиляторов смешанного принципа действия (имеющих в своём составе центробежные и осевые колёса), примем за основу экспериментально-теоретический метод, предложенный кафедрой горной механики УГГУ. Данный метод позволяет косвенным образом учитывать все виды потерь в проточной части машин на основе опытной (экспериментальной) аэродинамической характеристики аналога проектируемого вентилятора и расчёта теоретических характеристик аналога и проектируемой машины по статическому давлению.

При этом относительное значение суммарных потерь давления $\overline{p}_{\text{сум}}$ по аналогу может определиться как отношение p_{sv} / p_{svt}, где p_{sv}, p_{svt} – рабочее и теоретическое статические давления вентилятора для расчётных точек (10–12 точек на характеристике). Согласно экспериментально-теоретическому методу, рассчитанное для аналога значение $\overline{p}_{\text{сум}}$ принимается таким же и для проектируемой машины. Поэтому следует особо остановиться на вопросе выбора аналога проектируемого вентилятора. Кроме геометрического должно быть соблюдено также и аэродинамическое подобие, критерием которого является число Рейнольдса

$$\mathrm{Re} = \frac{u_2 D_2}{\nu}, \qquad (1)$$

где ν – кинематическая вязкость воздуха; u_2, D_2 – окружная скорость и диаметр рабочего колеса.

Для нормальных атмосферных условий

(t = 20 °C, $p_а$ = 760 мм рт. ст.) кинематическая вязкость воздуха равна $0{,}149 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

В любом случае необходимо подбирать аналог с одинаковой или схожей с проектируемой машиной аэродинамической схемой, имея в виду, что различие в числах Рейнольдса для аналога и проектируемого вентилятора (у модели и натурального образца) не должно быть более чем в 2–3 раза.

Однако главным при этом является не геометрическое или аэродинамическое подобие (хотя они важны и должны приниматься во внимание), а одинаковость углов наклона касательных к характеристикам аналога и проектируемого вентилятора. Последнее хорошо подтверждается опытом разработки и проектирования лопастных насосов [3].

Особенности экспериментально-теоретического метода применительно к рассматриваемому центробежно-осевому вентилятору (рис. 1) заключались в следующем. Для каждого из колес подбирались соответствующие аналоги, для которых рассчитывались теоретические характеристики $p_{svt} = f\left(Q_v\right)$ и использовались заводские рабочие характеристики $p_{sv} = f\left(Q_v\right)$ с последующей оценкой относительных суммарных потерь $\overline{p}_{сум}$ по каждому колесу.

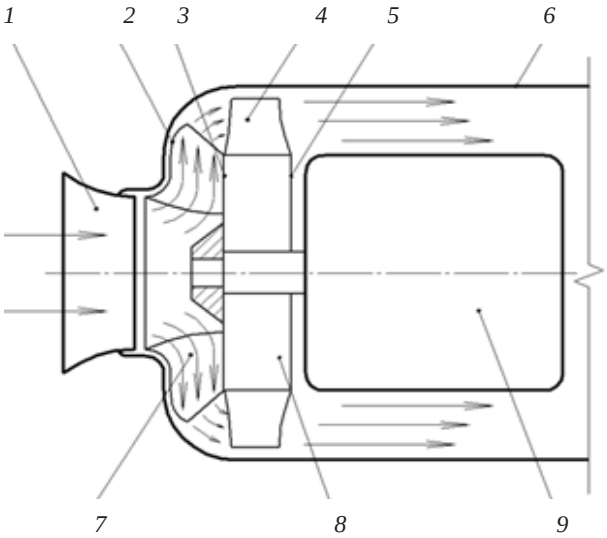


Рис. 1. Центробежно-осевой вентилятор:
1 – входной патрубок вентилятора; *2* – передний диск центробежного колеса; *3* – общий диск обоих колес; *4* – лопатки осевого колеса; *5* – задний диск втулки осевого колеса; *6* – корпус; *7* – лопатки центробежного колеса; *8* – втулка осевого колеса; *9* – электродвигатель

Расчет характеристик $p_{svt} = f\left(Q_v\right)$ осуществлялся по предложенным в работе [4] формулам, скорректированным с учетом рассматриваемых условий:

для центробежного колеса

$$p_{svt} = 0{,}5\rho k_ц\left(u_2^2 - \frac{\mathrm{ctg}^2\beta_2}{\pi^2 D_2^2 b_2^2} Q_v^2\right), \qquad (2)$$

где ρ – плотность воздуха; $k_ц$ – коэффициент циркуляции; u_2 – окружная скорость по концам лопаток колеса; β_2 – угол наклона лопаток колеса на его выходе; D_2, b_2 – диаметр и ширина лопаток рабочего колеса на выходе; Q_v – подача вентилятора;

для осевого колеса

$$p_{svt} = 0{,}5\rho k_ц\left(u^2 - \frac{16\,\mathrm{ctg}^2\beta_2}{\pi^2\left(D^2 - d^2\right)^2} Q_v^2\right), \qquad (3)$$

где β_2 – угол выхода потока из рабочего колеса (по выходному плану скоростей); D, d – диаметры рабочего колеса и его втулки.

Расчет характеристик $p_{svt} = f\left(Q_v\right)$ для колес проектируемого вентилятора высокого давления (с диаметром D_2 = 5,6 дм и D = 8,2 дм, частотой вращения рабочих колес 3000 мин$^{-1}$) производился по зависимостям (2) и (3)

с последующим расчетом рабочих характеристик колес по формулам $p_{sv} = \overline{p}_{\text{сум}} p_{svt}$, соответствующим их типам.

Графическая иллюстрация изложенного приведена на рис. 2, на котором характеристика *5* получена путем графического сложения

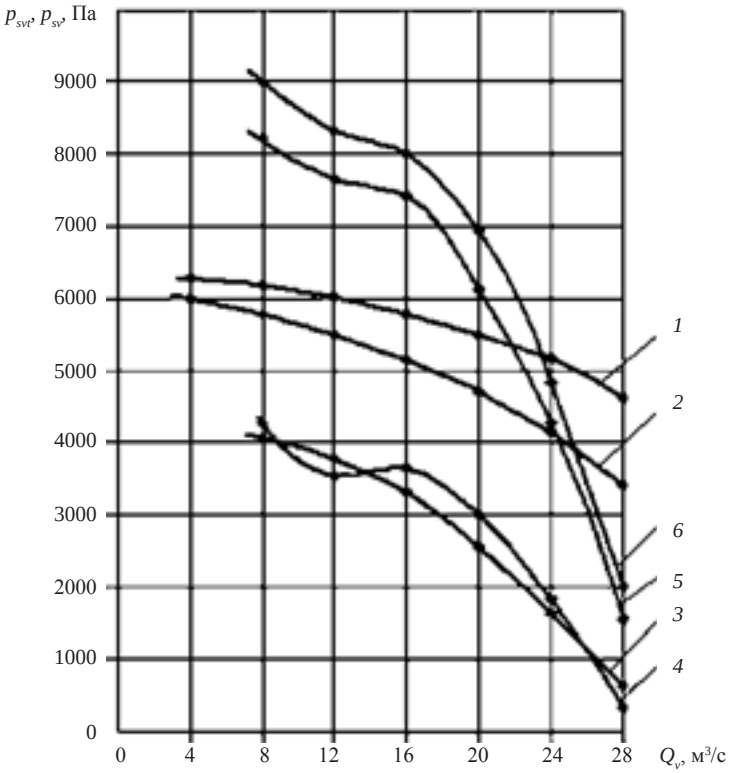


Рис. 2. Пример построения рабочей характеристики центробежно-осевого вентилятора при его проектировании: *1*, *2* и *3*, *4* – теоретические и построенные по выражениям для расчетных точек аэродинамические характеристики рабочих колес вентилятора (*1*, *3* – центробежного; *2*, *4* – осевого); *5* – общая характеристика вентилятора; *6* – то же с учетом приращения статического давления в диффузоре

ординат характеристик отдельных колес (центробежного *3* и осевого *4*), построенных по выражениям $p_{sv} = \overline{p}_{\text{сум}} p_{svt}$, где значения $\overline{p}_{\text{сум}}$ получены на основе аналогов соответствующих рабочих колес. Характеристика *6* представляет то же самое с учетом приращения статического давления в диффузоре.

Таким образом, рассмотренный подход к расчету аэродинамических (рабочих) характеристик шахтных вентиляторов при их разработке и проектировании позволяет получать расчетные рабочие характеристики, более адекватные реальным условиям работы машин смешанного принципа действия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Центробежные вентиляторы / под ред. Т. С. Соломаховой. М.: Машиностроение. 1975. 416 с.
2. Брусиловский И. В. Аэродинамический расчет осевых вентиляторов. М.: Машиностроение. 1986. 288 с.
3. Тимухин С. А., Копачев В. Ф. Осе-радиальные вентиляторы. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 252 с.
4. Тимухин С. А. Потери давления на главных вентиляторных установках // Изв. вузов. Горный журнал. 1987. № 10. С. 115–117.

Поступила в редакцию 26 февраля 2015 г.

Копачев Валерий Феликсович – кандидат технических наук, доцент кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: u1331@yandex.ru

Долгих Денис Сергеевич – соискатель, инженер кафедры горной механики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: gmf.gm@ursmu.ru

УДК 332.2

ЭВОЛЮЦИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ В СИСТЕМЕ «ОБЩЕСТВО-ПРИРОДА»

Игнатьева М. Н.

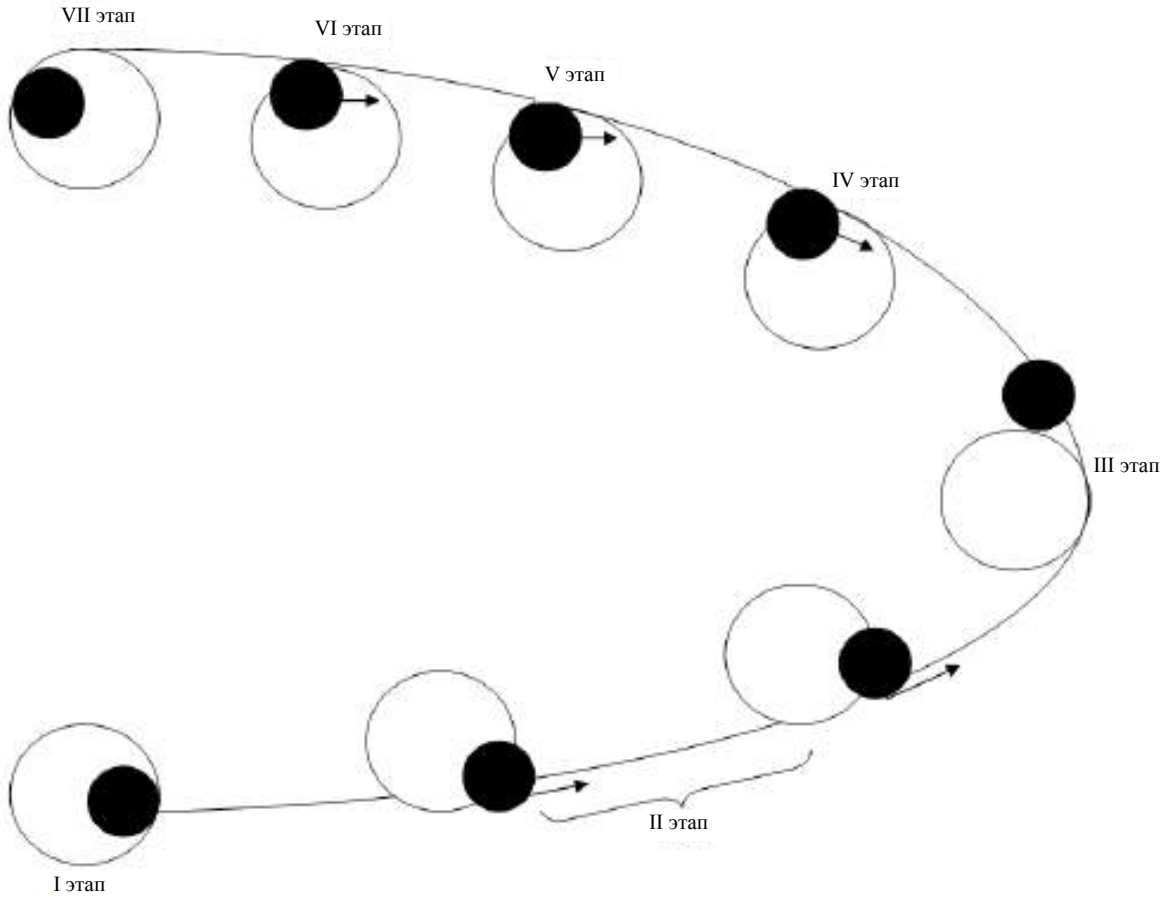
В статье рассматривается этапность изменения взаимоотношений в системе «общество-природа», раскрывается сущность каждого из этапов. Характер взаимоотношений увязан со спецификой действующих моделей развития экономики: «доаграрной экономики», аграрной экономики, фронтальной или ковбойской экономики, моделью «охрана природы» и устойчивого развития. Если на первых этапах воздействия антропогенной деятельности не выходят за допустимые пределы, то в рамках ковбойской модели реализация концепции всемогущества человека приводит к появлению локальных, а в последующем и региональных экологических катастроф. Осознание глобальной опасности экологических последствий обусловливает усиление аспекта экоцентричности и появление таких эколого-экономических моделей, как «охрана природы» и «устойчивое развитие». В статье рассматриваются наиболее эффективные инструменты ее реализации, находящие применение в реальной практике природопользования: социально-экономический подход к освоению природных ресурсов и, соответственно, социально-экономическое обоснование; соизмерение техногенеза (природоемкости техносферы) с возможностями природных систем (экологической техноемкости), обеспечивающее равновесность природопользования; экосистемный подход, ориентированный на недопущение разрушения живого природного потенциала, основанного на биоразнообразии; комплексный подход к управлению природопользованием, базирующийся на геоэкосоциоэкономическом и экосистемном подходах.

Ключевые слова: *этапность; взаимоотношения; природа; общество; развитие экономики; равновесное природопользование.*

Непременным условием существования человека, который является частью природы, является его непрерывное взаимодействие с природой. Различают две формы взаимодействия: биологическое, осуществляющееся в процессе реализации физиологических функций (потребление воды, пищи, дыхание и т. д.), и производственное, когда человек удовлетворяет свои потребности благодаря связи с природой, используя технические средства. Характер взаимоотношений человека с природой в процессе развития общества и роста его технической оснащенности не остается постоянным, происходит его постоянное изменение (рисунок). Характерной чертой первого этапа (I этап) является гармонизация отношений в системе «общество-природа» [1, 2, 3]. Для этого этапа, определяемого как «доаграрная экономика», определяющую роль играет природный фактор. Существуя за счет собирательств, охоты, рыбалки, люди не оказывают серьезного воздействия на природу и не нарушают ее равновесия, они приспосабливаются к природе при сохранении ее целостности. В рамках следующего этапа, получившего название «аграрной экономики» [3] (II этап), происходит переход от присваивающих форм хозяйствования к производящим, для которых характерно развитие земледелия, одомашнивание полезных животных, использование металлических орудий труда и оружия.

Постепенно в хозяйственный оборот вовлекается все большее количество ресурсов, не связанных с прямым удовлетворением потребностей в пище. Появление транспортных средств обусловило расширение сообщения между регионами, а колониальные захваты привели к массовым переселениям. В интерпретации Комаровой О. Г. второй этап,

продолжающийся до XVI в., подразделяется на два подэтапа: рабовладельческая эпоха и феодальное общество [4], когда осуществляется переход к использованию продуктов переработки природных ресурсов (переработка минерального сырья, продуктов земледелия,



Этапность изменения взаимоотношений в системе «общество природа»:
○ – природная подсистема; ● – социальная (социально-экономическая) подсистема

скотоводства). В целом взаимоотношения в системе «общество-природа» остаются уравновешенными, хотя для ряда развитых перенаселенных регионов планеты имеют место экологические кризисы и катастрофы, которые рассматриваются рядом исследователей в качестве основной причины гибели первых цивилизаций [5].

Отличительной особенностью третьего этапа (III этап), связанного с зарождением и развитием капитализма, является интенсивный рост объемов потребления био- и минеральных ресурсов, их истощение, нарастание загрязнения биосферы. Взаимоотношения человека с природой определяются концепцией всемогущества человека, когда экологические последствия (деградация окружающей среды, загрязнение, истощение природных ресурсов) продолжают оставаться вне учета при принятии решений в части природопользования. Человек, возомнивший себя «царем природы» и противопоставлявший себя ей, считал, что имеет право на неограниченную эксплуатацию природного потенциала. Рассматриваемая модель развития экономики определяется как игнорирующая действие законов биосферы, как «ковбойская» или «фронтальная» экономика [6], для которой характерны:

– безграничность свободных площадей для размещения отходов;

– избыток природных ресурсов, обусловливающий экстенсивный характер природопользования;

– саморегуляция биосферы.

Воздействие человека на окружающую среду особенно усилилось в период развития фабрично-заводской промышленности (XVIII–XIX вв.), промышленной революции (началом которой считают строительство в 1830-е годы железных дорог в Англии) и последовавшей за ней через 100 лет научно-технической революции [7]. Наличие богатейшего природного потенциала и уверенность в возможностях технического прогресса предопределяли обращение к экономическим критериям при решении вопросов размещения, в т. ч. сырьевой базы, реконструкции, расширении предприятий, комплексном использовании сырья и т. д. при остаточном принципе по отношению к человеку и природе. По сути это были экономические обоснования технико-технологических решений, исключающие учет социальных и экологических последствий. Развитие промышленности без соответствующих природоохранных мер очень быстро привело к деградации растительного покрова, загрязнению водоемов, атмосферы, снижению биоразнообразия, преобразованию ряда естественных ландшафтов.

По мере расширения масштабов антропогенное воздействие на природу все более приближалось к предельным значениям, что спровоцировало возникновение локальных экологических кризисных ситуаций (смоги 50–60 гг. в Великобритании, загрязнение Великих озер в США и др.), а в последующем – региональных. Так, в Японии к началу 70-х годов по всей стране концентрация оксидов азота возросла в 28 раз, а оксидов серы – в 6,6 раза. Степень соответствия нормативным значениям содержания в воздухе взвешенных частиц химических элементов по результатам наблюдений составила лишь 18 % [8].

Осознание глобальной опасности экологических последствий было взаимосвязано со стремительным экономическим ростом. После окончания Второй мировой войны – в 60-е годы XX в. глобальные изменения окружающей среды, выявление которых стало возможно благодаря организации системы наблюдений за состоянием последней, а также локальные экологические катастрофы обусловили переход на новую модель развития экономики – «охрана окружающей среды», которая признавала возможность экономического роста на основе достижений научно-технического прогресса и необходимость природоохранной деятельности, целевой направленностью которых была ликвидация и компенсация отрицательных последствий, обусловленных антропогенными воздействиями на окружающую среду (этап IV). Изменение отношения к экологическим проблемам сопровождалось бурным развитием экологического законодательства, появлением практически во всех странах государственных органов управления природопользованием и охраной окружающей среды, расширением международного сотрудничества, увеличением денежных средств, выделяемых на реализацию природоохранных проектов и программ. В ряде развитых стран возрастание природоохранных затрат по отношению к валовому национальному продукту (ВНП) оценивалось в разы: в Японии за 5 лет (1971–75 гг.) оно составило 1,7 (с 1,5 % до 2,5 %), в США за 10 лет в 2,2 раза (с 1,0 % в 1970 г. до 2,2 в 1979 г.), в Канаде расходы на борьбу с загрязнением стабилизировались на отметке 2 % от ВНП и т. д. [6].

С середины 1970-х годов на государственном уровне получает развитие практика планирования природоохранной деятельности, в составе годовых и перспективных народнохозяйственных планов стали утверждать задания по охране природы и рациональному природопользованию, с декабря 1978 г. началась разработка территориальных комплексных схем охраны природы, направленных на преодоление отраслевого ведомственного подхода и усиление территориального аспекта в вопросах планирования и управления охраной окружающей среды и природопользованием. Проектная документация пополнилась разделом по охране природы, в составе которого обосновывались перечень природоохранных мероприятий и затраты на их реализацию. Только спустя десятилетие, в 1990 г., была принята «Временная инструкция о

порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду при разработке технико-экономических обоснований (расчетов) и проектов строительства народнохозяйственных объектов и комплексов», позволяющая объективно выявлять и оценивать весь комплекс воздействий и последствий.

Естественным следствием развития природоохранной деятельности явилась экологизация технико-экономических обоснований, связанных с природопользованием, что нашло отражение и в инструктивных материалах [9, 10]. В целом схема развития общества осталась прежней, но в нее были введены экологические ограничения, потребовавшие постановки исследований и разработки методик по оценке экономического ущерба, обусловленного загрязнением окружающей среды и изъятием природных ресурсов [11, 12]. Реализация концепции «охрана окружающей среды» не позволила стабилизировать экологическую ситуацию, достигнутые успехи ограничивались лишь решением отдельных локальных проблем, в то время как глобальные изменения окружающей среды продолжились. Все это обусловило разработку новой концепции, получившей название «устойчивое развитие» (этап V).

Новая концепция ориентировала человечество на сбалансированность экономической, экологической и социальной целевых установок, на обеспечение экономического роста в рамках экологических ограничений, обеспечивающих сохранение экологического равновесия, и социальных нормативов. Цель устойчивого развития согласно «Повестке дня на XXI в.» заключается в усилении социальной ориентации развития экономики при одновременном сохранении ресурсной базы и среды обитания для будущих поколений. При общей антропоцентрической направленности концепции, допускающей экономический рост и удовлетворение возрастающих потребностей населения, она в большинстве случаев рассматривается с позиции обеспечения экоэффективности – экологически сбалансированного решения социально-экономических задач [13]. Основные положения концепции сводятся к следующим:

– человечество способно придать развитию сбалансированный и долговременный характер;

– недопустимо неограниченно и бесконтрольно использовать природные блага, необходимо бережно относиться к имеющимся глобальным ресурсам и экологическому потенциалу планеты;

– нищета является препятствием к сбалансированному развитию, поэтому требуется ее устранение путем удовлетворения элементарных потребностей людей и предоставления всем возможностей на реализацию надежд на более благоприятную жизнь;

– для устойчивого глобального развития требуется, чтобы те, кто располагает большими средствами, согласовали свой образ жизни с экологическими возможностями планеты;

– устойчивое развитие представляет собой не статичное состояние гармонии, а процесс изменений, в котором масштабы эксплуатации ресурсов, направление капиталовложений, ориентация технического развития и институциональные перемены согласуются с нынешними и будущими потребностями [14, с. 23–24].

В числе важнейших принципов, формирующих базисную основу эколого-экономической модели, рассматриваются такие как:

– обеспечение, как минимум, режима простого воспроизводства возобновимых природных ресурсов;

– максимально возможное замедление исчерпания невозобновимых природных ресурсов;

– минимизация образования отходов;

– минимизация загрязнения окружающей среды (не превышающего современного уровня).

Анализ официальных документов, а также результатов научных исследований по тематике, связанной с устойчивым развитием, свидетельствует об определенной абстрактности концепции, отсутствии реальных целенаправленных планов действий. К тому же документы, принятые на конференции в Рио, так и остались декларациями. В результате

глобальные изменения окружающей среды продолжаются: усиливается парниковый эффект, сокращаются лесные массивы, истощаются запасы пресной воды и др. Разница в уровне жизни богатых и бедных не сокращается, при этом богатые страны отказываются от помощи бедным странам. Это подтвердил как Саммит Земли +5 (1997) на специальной сессии Генеральной Ассамблеи ООН «Рио-92+5», так и Саммит Земли – 2002. Не добавила оптимизма и Конференция ООН по устойчивому развитию (Рио-де-Жанейро, 2012 г.), на которой еще раз была подчеркнута тупиковость нынешнего пути развития и декларативность воззваний к устойчивому развитию.

При всей привлекательности концепции устойчивого развития она остается до сих пор нереализуемой, хотя отдельные инструменты находят свое использование в реальной практике природопользования. К их числу, в частности, относится социально-экономическое обоснование (СЭО) освоения природных ресурсов, пришедшее на смену экологизированному ТЭО в конце 80-х – начале 90-х гг. [15–17]. Методология СЭО предполагает реализацию следующих положений:

– обязательная постановка предпроектных социальных и экологических исследований, позволяющих оценивать существующее состояние и выполнять прогноз появления социальных и экологических последствий;

– оптимальное встраивание будущего хозяйствующего субъекта в окружающую среду на основе соблюдения экологических стандартов;

– предупреждение нарушения качества окружающей среды, недопущение ухудшения здоровья человека в результате антропогенных воздействий на ее компоненты;

– преобразование взаимоотношений природопользователей с территорией в лице местной власти благодаря переходу от технократического, ведомственного подхода к социально–экономическому, территориальному;

– многокритериальность, многоцелевая постановка задачи управления природопользованием, предусматривающая равноправность социальных, экологических и экономических целевых установок.

Отличительной чертой СЭО при всей его прогрессивности является антропоцентрическая направленность. Несколько иной характер взаимоотношения в системе «общество-природа» приобретают в период перехода от XX к XXI веку (этап VI). Явно просматривается усиление аспекта экоцентризма. Во-первых, в постановке проблемы устойчивого развития происходят изменения, связанные с необходимостью соизмерения производственной деятельности (техногенеза) с возможностью природных систем, которое рассматривается в качестве условия обеспечения равновесного природопользования [18]:

$$V \leq T_э,$$

где V – природоемкость техносферы (производства) территории, обусловленная всеми формами техногенного воздействия; $T_э$ – экологическая техноемкость территории, отражающая самовосстановительный потенциал природной среды.

Исполнение указанного условия потребовало уточнения понятия природного потенциала и разработки методических подходов к оценке ассимиляционной емкости территории и комплексной техногенной нагрузки [19–21]. Второй момент касается изменения отношения к экосистемным услугам и необходимости поддержания механизмов регуляции среды, осуществляемой природными экосистемами. Выполненные исследования этого периода убедительно доказывают, что утрата биоразнообразия и природных экосистем имеет глобальный характер. По оценкам экспертов критический предел нагрузки на биосферу был пройден еще в конце 1980-х годов, и в настоящее время расход ресурсов биосферы превышает их восстанавливаемую массу. Выявленные тенденции требуют изменения целевой направленности управления природопользованием, признания необходимости сохранения природных экосистем как первостепенного условия выживания человечества, ибо «экосистемные услуги оказывают воздействие на благосостояние человека и все его компоненты, в т. ч. удовлетворение основ-

ных материальных потребностей в продуктах питания и жилье, средствах индивидуальной защиты и охраны здоровья, поддержании хороших социальных отношений и обеспечении свободы выбора и действий» [22].

Учет средообразующих функций становится обязательным условием при обосновании стратегических целей и принятии управленческих решений в сфере природопользования [23]. Необходимость прекращения потерь биологического разнообразия и восстановления экосистем определяет и стратегия биоразнообразия, принятая Европейской Комиссией в мае 2011 г., которая полностью согласуется с международными обязательствами, принятыми на конференции сторон Конвенции по биоразнообразию в Нагое (Япония, 2010 г.). Подтверждением сказанного служат результаты исследований, выполненных в рамках проекта «Сохранение биоразнообразия» Глобального экологического фонда (1999 г.); программы «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (2001–2005 гг.), где работа проводилась силами четырех рабочих групп, из которых каждой был подготовлен доклад с соответствующими выводами; в рамках проекта «Сохранение биологического разнообразия как условие устойчивого развития» (2009 г.) и др. Выполнение вышеуказанного требования обусловило появление нового подхода к обоснованию освоения природного потенциала территорий, получившего название экосистемного. Экосистемный подход ориентирован на долгосрочную устойчивость биоразнообразия, сохранение его способности по удовлетворению потребностей нынешнего и будущего поколений, устойчивое функционирование экосистем, обеспечение их естественной способности воспроизводства [24]. К числу современных инструментов может быть отнесен и геоэкосоциоэкономический подход к освоению природных ресурсов, который в совокупности с экосистемным рассматривается в качестве основы комплексного управления природопользования [25].

Будущий VII этап – модель ноосферного развития [26], отражающая переход к обществу, живущему в гармонии с природой и самим собой, рассматривается как возможность сохранения жизни на Земле, что требует экологически оправданного поведения человечества, кардинального изменения его мировоззрения, ценностных установок и других этических норм [27].

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РНФ №14-18-00456 «Обоснование геоэкосоциоэкономического подхода к освоению стратегического потенциала северных, малоизученных территорий в рамках инвестиционного проекта «Арктика–Центральная Азия».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ясовеев М. Г., Страха Н. Л., Шевцова Н. С. Методика геоэкологических исследований. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2014. 292 с.

2. Денисов В. В., Кулакова Е. С., Денисова И. А. Экологические основы природопользования. Р-н/Д: Феникс. 2014. 456 с.

3. Дрогомирецкий И. И., Кантор Е. Л. Охрана окружающей среды: экономика и управление. Р-н/Д: Феникс, 2010. 393 с.

4. Комарова О. Г. Геоэкология и природопользование. М.: Изд. центр «Академия», 2010. 256 с.

5. Гальперин М. В. Экологические основы природопользования. М.: ИД «Форум»; ИНФРА-М, 2012. 256 с.

6. Экологически чистое производство: подходы, оценка, рекомендации / М. Н. Игнатьева [и др.]. Екатеринбург: ЦПРП, 2000. 394 с.

7. Окружающая среда между прошлым и будущем: Мир и Россия / В. И. Данилов-Данильян [и др.]. М., 1994. 133 с.

8. Тимонина И. Л. Япония: экономика и окружающая среда. 1988. 132 с.

9. Инструкция по оценке экономической эффективности капитальных вложений в горнорудную подотрасль черной металлургии. М., 1987. 123 с.

10. Методические рекомендации по определению экономической эффективности комплексного использования рудного сырья. Свердловск, 1989. 68 с.

11. Методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М., 1979.

176 с.
12. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М., 1983. 124 с.
13. Акимова Т. А., Мосейкин Ю. Н. Экономика устойчивого развития. М.: Экономика, 2009. 430 с.
14. Игнатьева М. Н., Мочалова Л. А. Управление экологической деятельности. Ч. 1. Екатеринбург: УГГУ, 2012. 145 с.
15. Козаков Е. М. Экономическое обоснование проектов горно-обогатительных предприятий. М.: Недра, 1978. 210 с.
16. Козаков Е. М., Пахомов В. П., Игнатьева М. Н. Социально-экономическое обоснование освоения минеральных ресурсов. Свердловск, 1991. 112 с.
17. Козаков Е. М., Игнатьева М. Н., Белков В. М. Социально-экономическое обоснование развития минерально-сырьевой базы Урала // Изв. вузов. Горный журнал. 1989. № 6. С. 45–49.
18. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экология. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. 495 с.
19. Гершанок Г. А. Формирование стратегии устойчивого развития локальных территорий на основе социально-экономической и экологической емкости: автореф. ... докт. экон. наук. Екатеринбург, 2006. 46 с.
20. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика / под ред. А. П. Хаустова. М., 2006. 591 с.
21. Куклин А. А., Белик И. С., Никулина Н. Л. Методика оценки экологической безопасности региона: препринт. Екатеринбург: ИЭУрОРАН, 2005. 52 с.
22. Экосистемы и благосостояние человека: возможности и испытания для бизнеса и производства: докл. междунар. конф. «Оценка экосистем на пороге тысячелетия». 2006. 33 с.
23. Стратегия биоразнообразия ЕС до 2000 г. // Проблемы охраны окружающей среды и природных ресурсов. № 9. 2014. С. 30–50.
24. Перелет Р. А. Экосистемный подход для управления природопользованием и природоохранной деятельностью // Экономика природопользования. 2006. № 3. С. 3–19.
25. Игнатьева М. Н. Основные положения геоэкосоциоэкономического подхода к освоению природных ресурсов // Изв. УГГУ. № 3(35). 2014. С. 74–80.
26. Вернадский. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. 575 с.
27. Макаров Ю. Г. Социальная экология. Взаимоотношение общества и природы. Новосибирск: Сиб. универ. изд-во, 2004. 544 с.

Поступила в редакцию 13 февраля 2015 г.

Игнатьева Маргарита Николаевна – доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: IEF.ETP@ursmu.ru

УДК 332.2

ФОРМИРОВАНИЕ НОВОГО ПОДХОДА К ОСВОЕНИЮ ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Татаркин А. И., Логинов В. Г., Балашенко В. В., Душин А. В., Игнатьева М.Н., Литвинова А. А., Полянская И. Г., Семячков А. И., Славиковская Ю. О., Юрак В. В.

В статье отражены результаты исследований, выполненные в рамках проекта РНФ № 14-18-00456: разработаны теоретико-методологические основы геоэкосоциоэкономического подхода; предложен алгоритм комплексного управления природопользованием на его основе с дополнительным использованием экосистемного подхода; разработан ряд методических рекомендаций, связанных с постановкой социальных и экологических прединвестиционных исследований.

Ключевые слова: *транспортный коридор; природопользование; освоение; геоэкосоциоэкономический подход; биотическая регуляция; комплексное управление.*

Проект направлен на решение фундаментальной проблемы сбалансированности социально-экономического и экологического потенциалов при освоении природных ресурсов в рамках инвестиционного проекта «Арктика-Центральная Азия» в условиях надвигающегося кризиса и усиливающейся социальной дифференциации, как между странами, так и внутри России; проблемами социально-экономического развития, смягчающего региональные неравенства в уровне и качестве жизни населения при долговременном сохранении природной основы этого развития, т. е. поддержания необходимой ресурсной базы, в т. ч. биологических ресурсов, выступающих в качестве общественного блага, и воспроизводства требуемой для жизнедеятельности человека природной окружающей среды. Исследовательский коллектив в составе д.э.н. Логинова В. Г., д.э.н. Игнатьевой М. Н., д.г-м.н. Семячкова А. И., к.э.н. Балашенко В. В., к.э.н. Душина А. В., к.э.н. Литвиновой А. А., к.э.н. Полянской И. Г., к.э.н. Славиковской Ю. О. и асп. Юрак В. В. решал комплекс задач, постановка которых была обусловленао рассматриваемой проблемой, под руководством академика РАН, д.э.н. Татаркина А. И. Логико-структурная схема исследований отражена на рис. 1.

В процессе исследований подтверждена правомерность принятия решения о создании транспортного меридионального коридора, обеспечивающего связь между Северным морским путем и Транссибирской магистралью с выходом на центральноазиатские республики – проекта «Арктика-Центральная Азия» на основе расширенного перечня предпосылок, свидетельствующих о необходимости дополнения существующей широтной транспортной инфраструктуры меридиональными коридорами, и прогнозируемых эффектов, формирующихся на национальном, региональном и местном уровнях. Обоснованы основные направления институционального обеспечения, предопределяющие эффективную реализацию идеи создания транспортного коридора: законодательное и нормативно-правовое, организационное, интеграционно-проектное, научное и финансово-экономическое, которые в свою очередь дифференцируются по уровням управления: межгосударственный, федеральный, межрегиональный, региональный и местный, а также по объектам регулирования: создание и функционирование транспортного коридора, комплексное управление природопользованием, в т. ч. недропользованием, землепользованием, лесопользованием и др.; природоохранная деятельность, взаимоотношения с коренным населением.

Разработан методический подход к оценке полноты институционального обес-

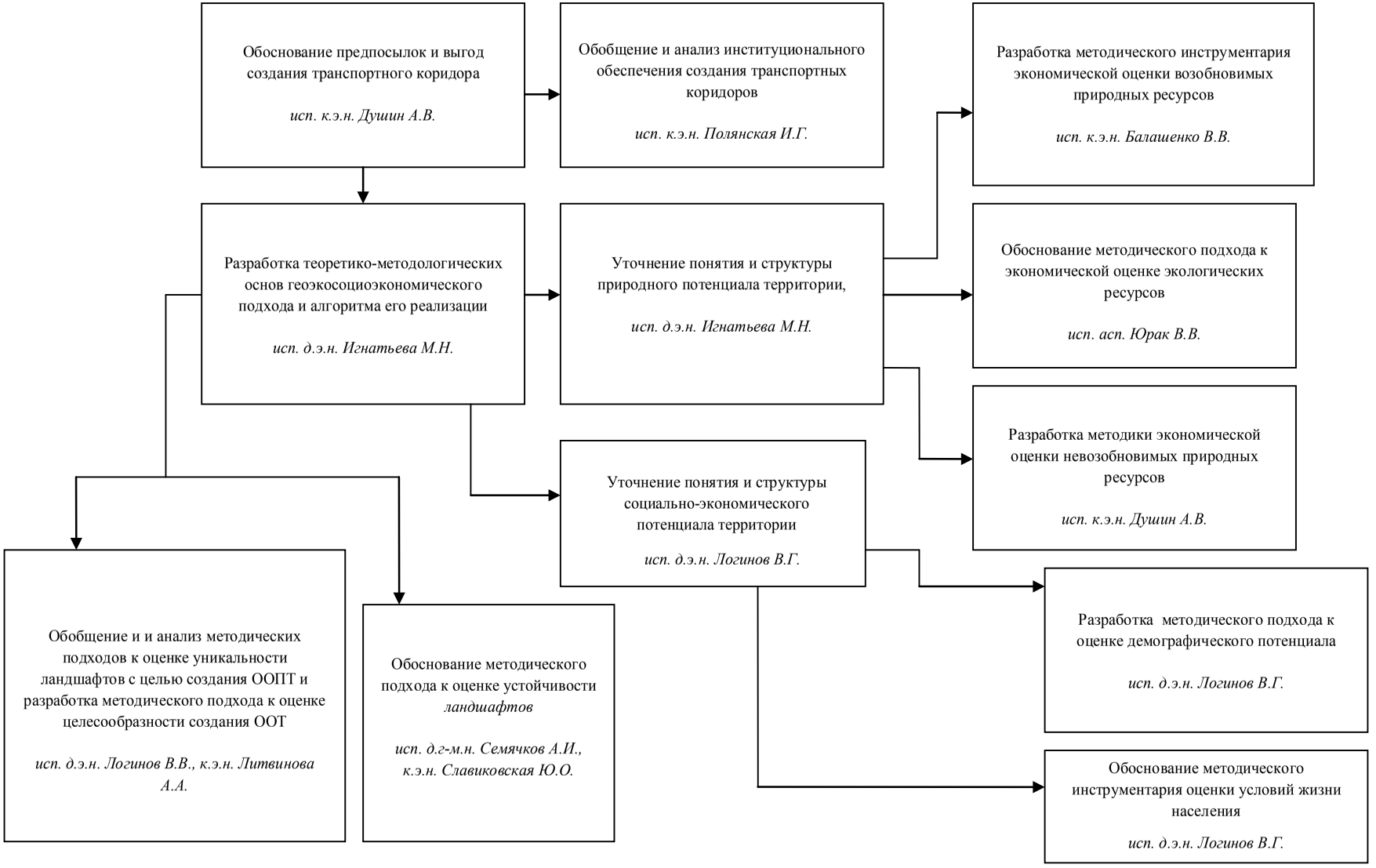


Рис. 1. Логико-структурная схема исследования

печения, базирующейся на теории нечетких множеств, который предусматривает обоснование перечня оцениваемых институтов по каждому из направлений институционального обеспечения, разработку классификатора уровней обеспеченности, балльную экспертную оценку институтов, составление институциональных карт и двойную их свертку с целью расчета интегральных показателей, характеризующих полноту институционального обеспечения.

Выявлена взаимосвязь изменения взаимоотношений в системе «общество-природа» с эколого-экономическими моделями развития экономики: от гармоничного характера этих взаимоотношений в доаграрный период до полного исключения учета экологического фактора при реализации концепции всемогущества человека в условиях «ковбойской экономики», от постепенного осознания значимости природы в жизни человека и необходимости рассмотрения региона в виде эколого-экономической системы в рамках модели «охрана природы» до ноосферного развития, предполагающего гармонизацию взаимоотношений в системе «общество-природа» на более высоком качественном уровне.

Введено в научный оборот понятие геоэкосоциоэкономического подхода к освоению природного потенциала территории, возникновение которого обусловлено сближением социально-экономического подхода, предполагающего постановку предпроектных исследований социального и экологического характера, многокритериальность выбора управленческих решений, равноправие социальных, экономических и экологических целевых установок, и геоэкологического, ориентированного на экодиагностику территории, оценку устойчивости экосистем к антропогенным воздействиям и прогноз их возможных изменений под влиянием техногенеза с позиции обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека.

В условиях признания приоритетности сохранения природных экосистем в целях выживания человечества доказана необходимость дополнения геоэкосоциоэкономического подхода экосистемным, который предусматривает комплексное рассмотрение экосистем, учет всего спектра природных и экологических ресурсов, недопущение разрушения (истощения) живого природного потенциала, основанного на биоразнообразии. Предлагаемая модификация геоэкосоциоэкономического подхода делает управление более экосистемно-ориентированным. Сформулированы методологические принципы геоэкосоциоэкономического подхода, позволяющие характеризовать его как экологизированный социально-экономический подход, предусматривающий усиление экологического аспекта, связанного с оценкой устойчивости геосистем (экосистем) к антропогенным воздействиям, осуществление контроля над техногенной нагрузкой, детализацию социальных и экологических последствий и многокритериальность выбора управленческого решения.

Доказана перспективность комплексного управления природопользованием на основе геоэкосоциоэкономического подхода, дополненного экосистемным, целевой ориентацией которого служит обеспечение компромисса между рыночной эффективностью, сохранением «здоровья» экосистем и качества сферы жизнедеятельности человека, что требует комплексной экономической оценки природно-ресурсного и эколого-ресурсного потенциалов, объединенных по принципу территориальности в рамках исследуемого ландшафтного района, а также прогноза его изменений под влиянием антропогенных воздействий при непременной приоритетности прогнозируемых изменений, связанных с биотическими компонентами, и последствий, влияющих на состояние сферы жизнедеятельности населения и биоты, предложен алгоритм его реализации.

Уточнены понятие и структура природного потенциала, разработан методический инструментарий его экономической оценки, который включает в себя методические рекомендации экономической оценки возобновимых природных ресурсов, предусматривающий двухэтапное выполнение оценочных

процедур, и методический подход к экономической оценке экологических ресурсов (экосистемных услуг) – рис. 2. Первый этап предусматривает определение ценности потенциала возобновимых ресурсов, при этом рекомендуется обращение к доходному подходу для всех видов ресурсов: земельных, лесных, биологических, рыбных, охотничьих, что обеспечивает сопоставимость расчетов и повышение достоверности получаемых результатов экономической оценки.

Инвестиционное районирование территории выполняется на втором этапе с позиции эффективности использования возобновимых ресурсов, расположенных в ее рамках. В числе оцениваемых факторов рекомендуется учитывать величину и структуру природного потенциала, природные предпосылки возможностей инфраструктурного освоения территории, степень устойчивости ландшафтных районов. Рекомендуется выделение трех типов районов:

Рис. 2. Методический подход к экономической оценке возобновимых ресурсов природы

А. Инвестиционно привлекательные;

Б. Инвестиционно привлекательные, но с некоторыми ограничениями, касающимися низких предпосылок инфраструктурного освоения, низких коэффициентов устойчивости, необходимости вывоза сырья для переработки в другие районы, наличия моноресурсов, низкой удельной стоимости природно-ресурсного потенциала;

В. Инвестиционно не привлекательные с небольшой удельной стоимостью природно-ресурсного потенциала, с потенциальными ресурсами, освоение которых в настоящее время невозможно по техническим или экономическим соображениям, однако их освоение становится возможным в условиях качественно нового научно-технического развития общества.

Методический подход к экономической оценке экосистемных услуг (экологических ресурсов) предусматривает экономическую оценку приоритетного перечня экоуслуг приоритетных экосистем исследуемого ландшафтного района. Анализ и обобщение

методических подходов к оценке экоуслуг позволили выделить среди них наиболее приемлемые, дающие возможность оценивать экоуслуги, регулирующие качество воздуха и воды, очистку воды и сточных вод, теплоизоляционные экоуслуги для условий лесных, болотных экосистем и пастбищ.

Разработан методический подход к геолого-экономическому районированию территории, ориентированный на комплексное освоение минеральных ресурсов при опережающем развитии транспортной и энергетической инфраструктуры, также предусматривающий двухэтапность реализации. Первый этап: оценка минерально-сырьевого потенциала с использованием показателей потенциальной ценности. Второй этап: применение процедур оценки для решения комплекса задач, связанных с установлением целесообразности освоения минерально-сырьевой базы, что требует определения инвестиционной привлекательности объектов недропользования и возможностей инфраструктурной обустроенности территории (групповое освоение месторождений) – рис. 3. Выделение потенциальных горнопромышленных узлов

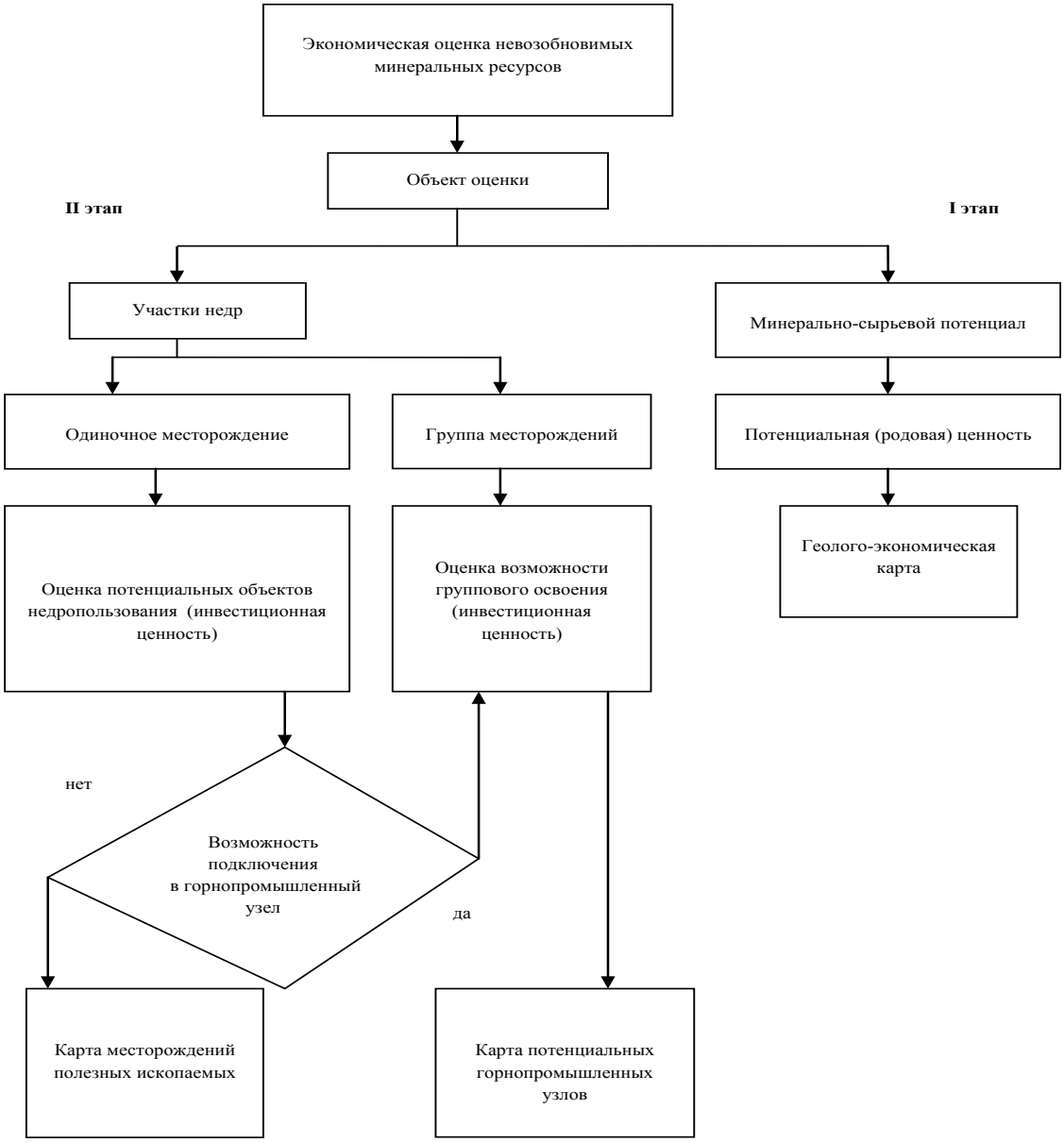


Рис. 3. Методический подход к экономической оценке невозобновимых минеральных ресурсов

при групповом освоении месторождений базируется на использовании элементов теории распознавания образов (радиусом кластеризации выступает показатель накопленной дисконтированной чистой прибыли). Объект, генерирующий больший доход, рассматривается в качестве ядра кластера.

На основе анализа методического обеспечения подтверждена целесообразность использования показателя экологической ценности при учете всех биотических компонентов для выделения особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Уточнена сущность особо охраняемых территорий (ООТ), в частности этноприродного парка как формы сохранения этноса и природной среды при превалировании уникальности природных систем (этноэкологические функции), и этнокультурного комплекса, где главенствующим звеном является сохранение этноса и культуры (национально-культурные функции). Разработан методический подход к обоснованию этнических территорий, который предусматривает балльную оценку факторов и определение интегрального показателя, характеризующего приемлемость оцениваемой территории для создания этнопарков согласно классификационным шкалам показателей.

Предложены методические рекомендации по оценке устойчивости экосистем к антропогенным воздействиям, основным фактором которых выступает состояние биоты. Рекомендуется обращение к балльному методу оценки и учету трех факторов: время накопления фитомассы, потенциал самоочищения почв от нефти и нефтепродуктов, биосферная ценность наземных позвоночных и беспозвоночных. Разработка классификационных шкал для каждого из факторов и определение интегральных показателей позволяет ранжировать оцениваемые территории по степени устойчивости.

Установлены отличия в этнической и демографической структуре населения, трудовом потенциале, которые обусловлены стадией освоения территории и природных ресурсов: районы традиционного освоения, нового промышленного освоения, освоенные районы и районы с затухающим производством. Выявлена цикличность в привлечении рабочей силы, которая наиболее полно проявляется в районах нового промышленного и транспортного освоения. Занятые в этой отрасли, как правило, не относятся к постоянному населению, после завершения работ происходит их передислокация. Наибольшую востребованность имеет межрегиональная и внутрирегиональная вахта. Сформулирован перечень предпосылок, обусловливающих привлечение рабочей силы со стороны. Доказана приоритетность ориентации социальной политики Севера на сохранение образа жизни и уникальной культуры малочисленных народов Севера, а также обеспечение необходимых условий жизни пришлого населения.

Выявлены обстоятельства, определяющие формирование экономического ущерба, обусловленного наличием последствий социального характера, в их числе: необеспеченность нормативного уровня социнфраструктуры на начальном этапе освоения либо ее недоамортизация при оттоке населения на заключительном этапе освоения объектов природы и миграция, фактический уровень которой превышает нормативный.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РНФ №14-18-00456 («Обоснование геоэкосоциоэкономического подхода к освоению стратегического потенциала северных малоизученных территорий в рамках инвестиционного проекта «Арктика-Центральная Азия»).

Поступила 19 февраля 2015 г.

Татаркин Александр Иванович – академик РАН, директор Института экономики УрО РАН. 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН. Email: tatarkin_ai@mail.ru

Логинов Владимир Григорьевич – кандидат экономических наук, руководитель сектора регионального природопользования и геоэкологии. 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН.
Балашенко Валерий Васильевич – кандидат экономических наук, научный сотрудник. 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН.
Душин Алексей Владимирович – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН. Email: dushin.a@list.ru
Игнатьева Маргарита Николаевна – доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник. 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН.
Литвинова Альбина Аркадьевна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник. 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН.
Полянская Ирина Геннадьевна – кандидат экономических наук, руководитель сектора экономико-правовых проблем недропользования. 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН. Email: irina-pol2004@mail.ru
Семячков Александр Иванович – руководитель центра природопользования и геоэкологии. 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН.
Славиковская Юлия Олеговна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии горного производства. 620219, ГСП-936, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58, Институт горного дела УрО РАН. E-mail: slavikov1977@mail.ru
Юрак Вера Васильевна – аспирантка, стажер-исследователь. 620014, Россия, г. Екатеринбург, ул. Московская, д. 29, Институт экономики УрО РАН.

УДК 339.16.012.32

ПРОЦЕССНЫЕ ПОДХОДЫ К ВЕДЕНИЮ БИЗНЕСА

Ременник С. Я., Стровский В. Е.

В статье раскрывается сущность двух достаточно четко выраженных процессных подходов к управлению предприятием: первый подход – сочетание процессного подхода к управлению с существующей функционально-иерархической структурой и второй подход – выделение в организации сквозных процессов, не привязанных к границам функциональных подразделений, и переход к матричной структуре управления. Осуществляется сравнительная характеристика подходов. Обоснован перечень типовых проблем, возникающих при внедрении системы управления бизнес-процессами (СУБП). Приводится концептуальная схема управления процессами и авторское определение бизнес-процесса.

Ключевые слова: *бизнес-процесс; процессный подход; алгоритм управления; проблемы внедрения.*

Одной из наиболее актуальных и обсуждаемых проблем менеджмента является проблема управления бизнесом и протекающими бизнес-процессами промышленных предприятий. Использование процессного подхода к ведению бизнеса, в основе которого лежит детальный анализ существующих бизнес-процессов и их последующая оптимизация, является одним из основных источников долгосрочных конкурентных преимуществ горнодобывающих предприятий. Данный подход нацелен на выявление всех существующих резервов (стратегических и операционных) за счет внедрения эффективной технологии управления, позволяющей добиться устойчивого функционирования бизнес-процессов, направленных на удовлетворение потребностей внутренних и внешних клиентов, повышение их конкурентоспособности.

Большое количество статей, выступлений на конференциях, коммерческих предложений с описанием подходов и других материалов создали определенное информационное поле, в котором можно встретить множество различных трактовок.

Первое понимание процессного подхода базируется на следующих основных положениях: определении процессного и системного подходов применительно к организации; определении процесса (бизнес-процесса) организации; понимании шагов, необходимых для внедрения процессного подхода в организации; определении сети (системы) взаимосвязанных процессов организации.

Сторонники первого подхода определяют процесс следующим образом: процесс – это устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности, которая по определенной технологии преобразует входы и выходы, представляющие ценность для потребителя. Данное определение базируется на определении стандарта ISO 9000:2000 [1, 2, 3]. Приведенное определение отражает принципиальные вещи. В частности, устойчивость означает повторяемость, что отличает проект от процесса. Целенаправленность отличает процесс от деятельности, результат от намерения. Самое важное в определении – это, пожалуй, ценность для потребителя. В терминах бизнес-процессов потребителем является внешний или внутренний клиент. Деятельность, результат которой никому не нужен, по определению, не включается в бизнес-процесс и подлежит искоренению. Использование для управления деятельностью и ресурсами организации принципа системы взаимосвязанных процессов может называться «процессным подходом».

Бизнес-процесс имеет входы и выходы. Для осуществления процесса используются ресурсы (персонал, оборудование, инфраструктура, среда и проч.). Управление процессом осуществляет его владелец. Все ресурсы, необходимые для выполнения процесса, находятся в его распоряжении. Можно дать следующее определение: владелец процесса – должностное лицо, которое имеет в своем распоряжении персонал, инфраструктуру, программное и аппаратное обеспечение, информацию о бизнес-процессе, управляет

ходом бизнес-процесса и несет ответственность за результаты и эффективность бизнес-процесса. Таким образом, в рассматриваемом понимании процессного подхода к управлению наличие владельца процесса, обладающего ресурсами, является важнейшим необходимым условием.

Второе понимание процессного управления базируется на методике выделения в организации «сквозных» процессов. При использовании данного определения описание процесса представляет собой перечень последовательности работ, выполняемых поочередно в различных подразделениях предприятия, ответственных исполнителей, входящих и исходящих документов и т. п. Указанное понимание процесса дает возможность использовать методики описания класса Work Flow, наиболее распространенными из которых являются IDEF и ARLS, eEPC.

На основе «сквозного» понимания процесса развиваются целые школы реорганизации управления предприятием. Наибольшее распространение получил подход, при котором: создается описание процессов (модели) «как есть»; проводится анализ моделей «как есть»; разрабатываются модели «как должно быть»; проводится реорганизация реальной деятельности на основе моделей «должно быть».

В данном случае очевидно, что вопрос построения системы управления в принципе не ставится – выполняется разовый проект улучшения операционных цепочек внутри организации. Сторонники методики «сквозных» процессов обосновывают свою позицию следующими аргументами:

– необходимо устранить «разрывы» на межфункциональных стыках; кто-то в организации должен обеспечивать контроль эффективности по всей цепочке процесса, вплоть до клиента;

– функциональная структура препятствует нормальному ходу бизнес-процесса;

– в настоящее время все «продвинутые» предприятия переходят от функциональной структуры к процессной;

– недостатки функциональной структуры Тейлора могут быть устранены только путем внедрения процессного подхода;

– процессная модель организации является основой для реорганизации и т. п.

Обычно цепочка подобных рассуждений завершается выделением в организации нескольких «сквозных» процессов, а далее:

– либо пытаются заниматься реорганизацией отдельно взятых процессов (на наш взгляд, это почти то же самое, что «построение коммунизма в отдельно взятой стране») [1];

– либо пытаются строить «процессную модель» организации, обосновывая эту деятельность необходимостью «комплексного описания, анализа и реорганизации модели бизнес-процессов».

Некоторые специалисты, развивая данный подход, вводят понятие «владельца процесса» и «владельца ресурса». Для «сквозного» процесса определяется так называемый владелец, т. е. сотрудник, который отвечает за результат процесса, его эффективность и удовлетворенность клиентов. Как правило, владельцем процесса рекомендуют назначать инициативного, творческого сотрудника, пользующегося уважением в коллективе. Этот человек отвечает за налаживание межфункциональных связей, оптимизацию выполняемых в ходе процесса работ и т. д. При этом реально ресурсами распоряжаются руководители функциональных подразделений. По мнению Т. Конти [4], владелец процесса должен назначаться из числа руководителей вышележащего уровня, например заместителей генерального директора. В любом случае при таком определении процесса и его владельца необходимо четко регламентировать взаимодействие владельца с руководителями функциональных подразделений (владельцами ресурсов). Такая регламентация фактически означает изменение системы управления предприятием, когда осуществляется переход на матричную или проектную структуру. На практике в большинстве случаев вопрос об изменении системы управления не ставится, но владельцы процессов назначаются. Руководство требует от них результат – повыше-

ние эффективности процессов, но владельцы процессов, не имея в своем распоряжении реальных ресурсов и административных полномочий, не могут обеспечить улучшение процессов, в результате возникают конфликты с руководителями функциональных подразделений и т. п.

Таким образом, сформировалось два подхода к управлению процессами:

– сочетание процессного подхода с существующей функционально-иерархической структурой;

– выделение в организации сквозных процессов, не привязанных к границам функциональных подразделений, и практически переход к матричной структуре управления.

Следует отметить, что сторонники первого подхода не отрицают возможность использования второго подхода, но считают, что в России первоначально необходимо реализовать первый подход, и только затем – второй [3]. Необходимо оценивать реальный уровень развития предприятия: культуру управления, реального документирования деятельности, состояния взаимодействия между подразделениями, корпоративной культуры и т. д. Комплексный подход к разработке системы управления компанией, ориентированной на процессы, должен включать в себя следующие шаги:

– определение сети процессов, включающей всю деятельность предприятия;

– назначение владельца каждого из процессов;

– создание документации, регламентирующей процессы (при этом степень детализации процессов и соответствующих документов определяется принципом управленческой целесообразности);

– определение стратегических целей компании, показателей и критериев их достижения; определение показателей процессов;

– управление каждым процессом на основе требований процессного подхода (т. е. должна быть внедрена система управления процессами на основе цикла PDCA). Цикл управления Деминга или Деминга-Шухарта PDCA (Plan-Do-Check-Act – планирование-выполнение-проверка-управление (исправление) – алгоритм действий руководителя по управлению процессом и достижению его целей [5];

– детальная разработка процесса управления предприятием, документация и обязательное включение функции по стратегическому планированию и управлению на основе системы показателей и проч.

Типовыми проблемами при внедрении системы управления бизнес-процессами (СУБП) являются следующие:

1. Руководство не является потребителем системы управления.

Руководители получают информацию о ходе процессов, но не выполняют регламенты анализа и принятия решений по отклонениям (т. е. цикл PDCA нарушается), не проводят анализ процессов, не планируют мероприятия по улучшению процессов, не проводят предупреждающие действия. Внедряемая на предприятии, СУБП во многом является для руководителей средством решения личных проблем, связанных с распределением ответственности и полномочий, а не средством для эффективного управления. В целом руководство предприятия никак не мотивировано создавать более эффективную систему управления, основой которой должна служить существующая СУБП, что напрямую связано с отсутствием на предприятии системы стратегических целей и показателей их достижения, увязанных с показателями оценки процессов.

2. Сопротивление изменениям, работа по старинке, личный фактор.

Работа по выполнению требований СУБП в части принятия решений является дополнительным бременем для руководителей. Работы в основном ведутся по привычной схеме: «найти виновного и наказать его». Любая работа по СУБП воспринимается сотрудниками как «дополнительная», добавленная к «основной» деятельности. Сотрудники не хотят активно работать с СУБП, так как, с одной стороны, боятся допустить ошибки, которые повлекут наказание, а с другой стороны – не понимают, как правильно использовать средства, представляемые СУБП.

3. Отсутствие системы контроля выполнения регламентов решений.

Руководители не мотивированы выполнять положения документов (описания процессов, положения о подразделениях, должностные инструкции), исполнять принятые решения. На предприятии складывается ситуация, когда каждый руководитель считает, что он делает все необходимое, а плохо работает кто-то другой. При этом из-за старого менталитета руководителей претензии владельцев процессов друг к другу не формулируются, информация о нестыковках не доводится до руководителей верхнего уровня, наблюдается примерно следующий образ мыслей руководителей: «нельзя обижать соседа, а то он в другой раз обидит меня».

3. Отсутствие в документах временных регламентов.

Часто оказывается, что в документах СУБП временные регламенты отражены в недостаточной степени. В связи с этим руководители имеют возможность произвольно трактовать требования документации, что ведет к регулярному затягиванию сроков принятия решений по отклонениям, а также выполнению других работ по взаимодействию между процессами.

4. Отсутствие мотивации.

Как правило, на предприятии нет системы мотивации, которая стимулировала бы персонал активно использовать возможности СУБП. Например, выявление большего числа отклонений по процессу будет восприниматься руководством не как положительное явление, а скорее как негативное. Поэтому персонал будет всячески скрывать отклонения, в том числе искажая записи по бизнес-процессам. Система мотивации отсутствует как в части нематериальной, так и материальной. С нематериальной стороны: на предприятии, как правило, нет активной поддержки руководства по работе персонала с СУБП по выявлению и устранению отклонений в процессах. С материальной стороны: нет никаких механизмов, стимулирующих рационализаторские предложения, поиск и реализацию различных технических решений.

5. Несоответствие документов реальной деятельности.

Проблема обусловлена формальным отношением владельцев процессов к своей обязанности документирования процессов и поддержания этой документации в актуальном виде.

Представленные проблемы характерны для начального периода эксплуатации СУБП, когда созданные механизмы процессного управления только начинают осваиваться руководителями организации. Для построения эффективной системы управления процессами на предприятии необходимы:

– решение руководства предприятия;

– координация работ основных участников преобразований (службы развития, службы качества и IT-службы предприятия);

– обучение всего персонала, включая руководство;

– командная работа всех подразделений предприятия;

– составление и соблюдение плана разработки и внедрения системы управления бизнес–процессами;

– создание системы показателей, адекватно отражающих ход и результат деятельности процессов;

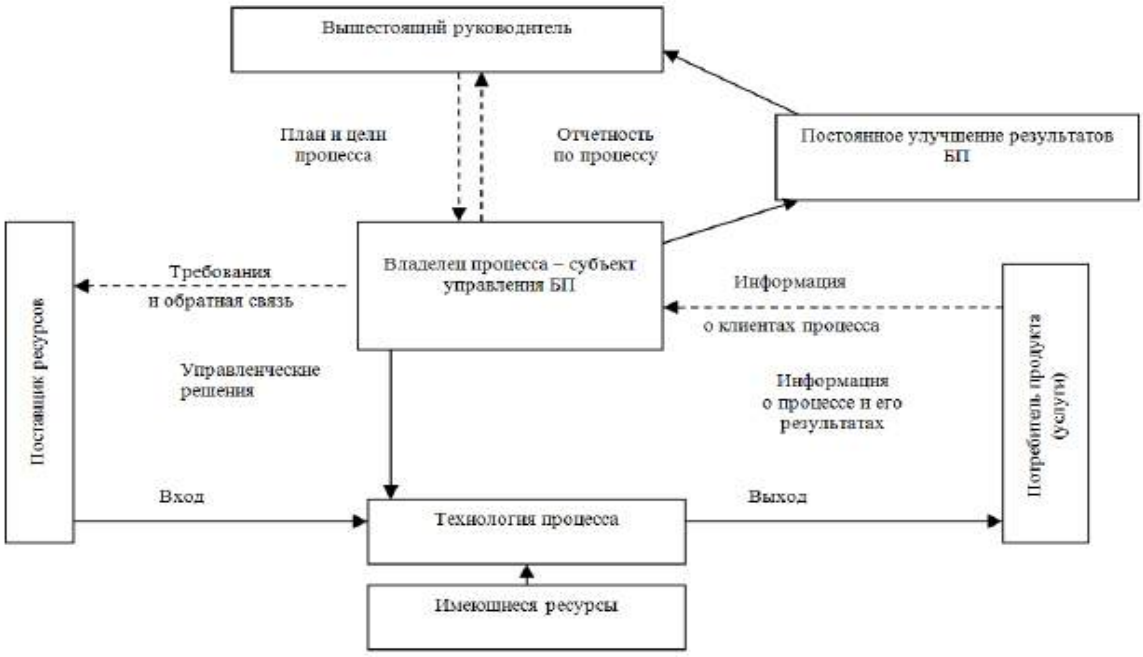
– создание четко действующего механизма управления по обратным связям, включая контроль за использованием и эффективностью принятых решений на всех уровнях управления предприятием [6].

Анализ сущности процессного подхода и систематизация предлагаемых различными авторами определений терминов по данному направлению исследований позволили сформулировать следующие положения:

– любая организация (подразделение) – это социальная, технико-экономическая система, и процессы, функционирующие в ней, предназначены для достижения поставленных целей организации. Процессы не являются целью, они лишь средство ее достижения;

– с позиции системного подхода каждый процесс имеет поставщика, потребителя продукта (услуги), владельца, ресурсы и технологию. Концептуальная схема управления

процессом представлена на рисунке. Из него следует, что модель поставщик/потребитель является центральной для понимания сущности процессного подхода. Все потребители результата процесса (продукта или услуги) делятся на внутренних или внешних клиентов;



Концептуальная схема управления процессом

– ряд исследователей отождествляют понятия «процесс» и «бизнес-процесс», считая их синонимами [3], полагая, что любая целенаправленная деятельность является бизнес-процессом, поскольку в переводе с английского «business» означает «дело». Другая группа исследователей расчленяют понятие «бизнес-процесс» на два элемента: бизнес и процесс. Отмечают, что управление бизнес-процессами должно влиять на бизнес, обеспечивая его выгоды и преимущества, должно быть сосредоточено на бизнес-процессах, являющихся ключевыми для главной бизнес-деятельности организации. Именно они обеспечивают достижение ее стратегических целей [7, 8, 9, 10]. На взгляд авторов, использование терминов «бизнес-процесс» и «процесс» зависит от направления деятельности организации. Для коммерческих организаций правомерно использование термина «бизнес-процесс», т. к. в переводе с английского слово «business» означает не только «дело», но и «коммерческая деятельность», «выгодная сделка», любой вид деятельности, приносящий доход или иные личные выгоды» [11]. Для некоммерческих организаций справедливо использование термина «процесс»;

– во всех определениях «бизнес-процессов» или «процессов» основное внимание исследований обращается на выходные параметры процесса, его результаты – создание ценности для потребителей. Не отрицая и разделяя важность данного аспекта, хочется подчеркнуть и направленность бизнес-процессов на получение дополнительного дохода и достижение стратегических целей организаций.

С учетом выделенных положений предлагается следующее определение бизнес-процесса. Бизнес-процесс – это устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности, которая по определенной технологии преобразует входы (ресурсы) и выходы (продукция, услуги), представляющие ценность для потребителя, приносящие прибыль производителю и обеспечивающие достижение стратегических целей организации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдикеев Н. М., Данько Т. П., Ильдеменов С. В., Киселев А. Д. Реинжиниринг бизнес-процессов. М.: «ЭКСМО», 2007. С. 592.

2. ГОСТ Р ИСО 9000:2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Госстандарт России, 2001.

3. Елиферов В. Г., Репин В. В. Бизнес-процессы: регламентация и управление: учебник. М.: ИНФРА-М, 2005. 319 с.

4. Конти Т. Материалы семинара «TQM – процессный подход – новый взгляд». М., 2002.

5. Деминг У. Э. Выход из кризиса. Тверь: Альба, 1994. 497 с.6.

6. Репин В. В. Два понимания процессного подхода к управлению предприятием // Методы менеджмента качества. № 4. 2003. С. 4–9.

7. Андерсен Бьерн. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / пер. с англ. С. В. Ариничева. М.: РИА «Стандарты и качество». 2003. 272 с.

8. Джестон Д., Нелис И. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов. СПб: Символ-Плюс, 2008. 512 с.

9. Ericsson Quality Institute. Business Process Management / Ericsson, Gothenburg Sweden, 1993.

10. Большой экономический словарь / под ред. А. Н. Азрилияна. 7-е изд., доп. М.: Институт новой экономики. 2008. 1472 с.

Поступила в редакцию 26 января 2015 г.

Ременник Сергей Яковлевич – кандидат экономических наук. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Стровский Владимир Евгеньевич – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и менеджмента. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

К ИСТОРИИ СВЕРДЛОВСКОГО ГОРНОГО ИНСТИТУТА

*(продолжение)**

Большое внимание уделялось общетеоретической подготовке инженеров. Курс высшей математики студенты-горняки изучали два года. Он включал шесть разделов, и по каждому из них был экзамен. Коллектив математиков возглавлял крупный ученый проф. Н. П. Горин. Это был опытный педагог, хорошо знавший постановку учебной работы в вузе. Горнякам и геологам лекции по математике читал доцент В. Я. Шнейдер. Лектор он был превосходный, излагал материал живо, четко, умел заинтересовать аудиторию, увязывая сухие, отвлеченные на первый взгляд математические формулы с жизнью. Все свои силы он отдавал учебной работе со студентами.

Экзамены сдавали на так называемых «заседаниях» кафедры. Это был публичный акт, весьма своеобразный и поучительный. В определенные дни, обычно 2 раза в месяц, кафедра назначала экзаменационный день. В одной из аудиторий собирались все члены кафедры, и студент мог сдавать экзамен любому из преподавателей. В эти дни кафедра работала с раннего утра и до позднего вечера. Обстановка была торжественной, каждый экзаменующийся ощущал какое-то возвышенное состояние и большую значимость происходящего. Большое моральное удовлетворение испытывал каждый, в матрикуле которого значилась отметка об успешной сдаче экзамена. Но не всем приходилось уходить с таких «заседаний» удовлетворенными. Преподаватели требовали глубоких и твердых знаний.

Кафедрой физики руководил после отъезда Н. Я. Галли профессор А. М. Титов. На кафедре была хорошо оборудованная лаборатория. Курс физики горнякам читал доцент К. Р. Кожевников. Он не был ученым физиком, но был чудесным педагогом, прекрасно знавшим свой предмет. Физическая лаборатория была его детищем. В ней студенты могли сами проводить любой опыт под руководством хороших, умных, сердечных педагогов.

«В учебных планах горного факультета, – писал Д. Н. Оглоблин, – значительное место отводилось химии. Изучались неорганическая и основы органической химии, качественный и количественный анализ. Геологи проходили курс физической химии. С первых дней существования института в нем сложилась большая группа ученых-химиков, положивших начало формированию уральской химической школы. Неорганическую химию читал проф. Н. Н. Рогаткин, крупный ученый в области химии твердого топлива. Он же читал горнякам основы неорганической химии, лабораторные занятия с увлечением вела М. Р. Стромберг.

«Много ярких воспоминаний оставила работа в лаборатории качественного анализа, – пишет Д. Н. Оглоблин. – Никаких вводных лекций по этому курсу не было. Мы имели курс «Качественный анализ» доцента Петрашеня, руководившего нашей лабораторией. Кстати, этот курс студенты размножили на стенографе. До начала работы в лаборатории каждый студент сдавал коллоквиум по первой части курса, включающий три лабораторные работы. Всего по курсу качественного анализа было 15 лабораторных работ. Сдав коллоквиум, студент получал постоянное рабочее место в лаборатории.

Как правило, работа в лаборатории велась вне всякого расписания. В первой половине дня шли положенные лекции по всем курсам. В лабораторию студенты могли являться лишь после лекций и работали в ней до позднего вечера.

Прекрасной, глубоко продуманной постановке работы лаборатории качественного анализа институт обязан ее создателю – одному из крупнейших советских химиков-аналитиков Петрашеню. Его сводные таблицы хода химического анализа намного облегчали

* Начало в номере 4 (32), 2013 г., с. 101.

работу студентов. В 1924 г. Петрашень ушел из института, но заложенные им традиции бережно хранились его учеником и преемником Александром Борисовичем Левиным. Под руководством этого замечательного педагога студенты-горняки приучались к самостоятельным научным исследованиям.

Лабораторией количественного анализа, в которой горняки и геологи работали целый семестр, руководил проф. В. С. Сырокомский. Химик по образованию, но геолог по призванию, В. С. Сырокомский много сделал для изучения ископаемых богатств Урала.

Химический цикл студенты-горняки заканчивали в лаборатории пробирного искусства. Геологи изучали курс физической химии, которую читал В. К. Першке, выдающийся советский ученый. Его ближайшими учениками и помощниками были С. Г. Мокрушин, О. А. Есин, И. Г. Чуфаров, начинавшие в те годы свой научный путь. Небольшой по объему, но очень содержательный курс пробирного искусства вели проф. Н. Н. Барабошкин, который работу в институте совмещал с инженерной работой на аффинажном заводе. В области металлургии и химии благородных металлов Н. Н. Барабошкин был крупным ученым. Долгие годы аффинаж платины проводился только по предложенному им способу. Н. Н. Барабошкин был одним из инициаторов создания Уральского филиала Академии наук СССР. Он возглавлял группу уральских ученых, присутствовавших в Ленинграде на сессии АН СССР, обсуждавшей научные проблемы Урала.

Техническое и топографическое черчение вел В. М. Иванов. Долгие годы он был главным маркшейдером Уральского совнархоза. В свое время В. М. Иванов выполнил большие картографические работы по составлению карты Урала. Свои знания он с любовью передавал студентам.

Читались и многие общеинженерные дисциплины. Лекции по теоретической и прикладной механике, деталям машин читал воспитанник Московского высшего технического училища Б. М. Шлыгин. Он же руководил курсовым проектированием по деталям машин. В зачетке каждого горняка тех лет есть семь записей об экзаменах, принятых В. М. Шлыгиным. В. М. Шлыгин был изумительным педагогом, до самозабвения любящим свое дело. Лекции читал с непревзойденным мастерством. Какой бы раздел механики он ни читал, излагал материал в такой яркой, доходчивой и убедительной форме, что с лекции не хотелось уходить. Причем преподавание шло на высоком теоретическом и научном уровне. На его лекции ходили все студенты, а их успехам Василий Михайлович радовался как отец. К нерадивым он относился строго, и тяжело переживал неудачи и грубые ошибки студентов. Он требовал от студентов умения вести инженерные расчеты. «Когда через 9 лет после окончания института мне потребовалось рассчитывать ферму под автодорожный мост, я легко вспомнил аналитический способ расчета, который дал нам В. М. Шлыгин», – пишет в своих воспоминаниях И. П. Зорин.

Важное значение в инженерной подготовке имеет курс сопротивления материалов. Его преподавал доцент Б. П. Горюнов.

Большой и содержательный цикл теплотехнических дисциплин вел проф. В. А. Корякин. Талантливый инженер-теплотехник, он много и успешно работал над разработкой теории и конструкции парового котла В. Е. Грум-Гржимайло. Теплотехнический цикл включал три дисциплины: паровые котлы, паровые машины, двигатели внутреннего сгорания. Много полезного студенты получали и в теплотехнической лаборатории.

В учебных планах горняков был цикл дисциплин по строительному делу. Сюда входили курсы строительных материалов и работ, гражданской архитектуры. Весь цикл дисциплин вел доц. И. Д. Греков. Он был военным инженером, одним из строителей, реконструировавших перед первой мировой войной Брестскую крепость и другие оборонительные сооружения западной границы России. Лекции он сопровождал интересными примерами из своей инженерной практики, стремясь воспитать у студентов глубокое уважение к труду рабочего-строителя. Много рассказывал об архитектуре, ее истории, творчестве уральца Воронихина.

Горфак шел к своему первому крупному выпуску. Декан факультета проф. П. К. Соболевский писал об острой нужде в кадрах горных инженеров. «В какой мере факультет отвечает этим потребностям. В нем два отделе-

ния: горнорудничное и горноразведочное. На первом две специальности: эксплуатационное и обогащение, на втором – геологическая разведка и маркшейдерская разведка. Эксплуатационная специальность готовит инженеров по углю, руде, золоту. Промышленность ставит задачу готовить кадры по механическим специальностям; механизация работ в горном деле становится требованием дня.

Учебная работа проводится путем лекций, практических занятий, идет полевая практика, дипломное и курсовое проектирование. Опыта в проведении этих работ нет. «Мы идем не по проторенной дорожке старого опыта. Новые условия выдвигали и новые задачи... Это касается не только УПИ, но и всех вузов страны» [1].

Студенты с большим энтузиазмом овладевали знаниями. Любые трудности считались пустяком. 1919–1922 годы были годами голода, эпидемий, порожденных гражданской войной. Из-за куска хлеба студентам приходилось работать. Не было ни учебников, ни учебных пособий, ни учебных планов, ни даже бумаги для конспектов. «Не было устойчивого расписания, так как профессора вынуждены были прирабатывать на стороне. После окончания лекций студенты задерживались в аудитории и выясняли до точности непонятое», – вспоминал Д. С. Неустроев. – Этот интерес студентов к предмету, желание узнать побольше и досконально вызывали у преподавателей желание помочь в овладении знаниями. Все, что слушали и изучали студенты тех лет, даже то, что казалось излишним, ненужным, имело свой смысл. В жизни все пригодилось – не случайно горняков Урала всюду принимали с большим удовольствием и назначали на самые трудные участки работы».

Дмитрий Сергеевич Неустроев пришел на рабфак с фронта гражданской войны. Несмотря на слабую подготовку, он успешно закончил рабфак. Все студенческие годы выполнял большую общественную работу. Дважды избирался членом районного комитета РКП(б). В 1929 г. был избран членом президиума Уральского областного бюро пролетарского студенчества. Постоянно занимался в кружке горного научного общества. Общественная работа учила ценить время и приобщала к организационным делам, прививала навыки важной организационной работы. После окончания горфака УПИ Д. С. Неустроев был командирован на учебу в Америку. Он послал заявление в Колумбийский университет и был зачислен студентом горного факультета. Учился у проф. А. Е. Таггарт. Лекции там читались в первой половине дня, после обеда шли практические занятия и продолжались до тех пор, пока студент не выполнит данное ему задание с обязательным письменным отчетом. В среде американских студентов взаимопомощь не была принята. Индивидуализм был классическим. На вопрос о том, почему нет желания помочь коллеге, отвечали: «Я заинтересован, чтобы Вы учились хуже меня» [1].

Первый год учебы в Америке Д. С. Неустроеву дался нелегко. Слабое знание английского языка, особенно на письме, отнимало все время. На второй год учеба пошла полегче, появилась возможность ходить в театр, кино. Летнюю практику Д. С. Неустроев проходил на металлургическом заводе. После 8-часовой напряженной работы на машине по спеканию концентратов клонило ко сну, было не до развлечений. В последние годы учебы больше стали общаться с преподавателями. Декан факультета приглашал в субботу «на чашку чая». Разговоры велись обо всем, но не о политике. Вообще студенты и преподаватели университета были удивительно аполитичны.

В 1933 г. Д. С. Неустроев защитил диплом магистра и вернулся на родину. Много работал на обогатительных фабриках Урала, был директором Уралмеханобра [1].

«Писчей бумаги и тетрадей в магазинах не было», – пишет в своих воспоминаниях И. П. Зорин. Илья Петрович Зорин, рабфаковец, окончил горный факультет УПИ. В годы учебы – активный член горного кружка. После окончания института работал на производстве. Когда началась война, пошел на фронт. Участвовал во многих сражениях. Награжден двумя орденами «Слава» и другими боевыми орденами и медалями. После войны много лет является главным инженером НИИ «Уралгипроруда». К боевым орденам прибавились ордена трех степеней «Шахтерская слава». И. П. Зорин вспоминает: «Лекции мы записыва-

ли карандашом на обрезках газетной бумаги... Лекции преподавателями читались очень хорошо, квалифицированно, доходчиво. Основные положения нам формулировались и диктовались, поскольку по слушаемым предметам учебников не было. При подготовке к экзаменам и зачетам вся надежда была на свои лекционные записи, которые каждый из нас тщательно корректировал после лекции, так как записывались они сокращенно. Рекомендуемые преподавателями учебники и учебные пособия только частично соответствовали читаемому курсу, и в технической библиотеке горного факультета они были в очень ограниченном количестве; чтобы получить книгу для работы в читальном зале (на дом ничего не выдавалось), надо было сразу после окончания лекции в 3–4 часа дня (без обеда) бежать в библиотеку, чтобы получить книгу для вечерних занятий в читальне».

Первыми закончили геологоразведочный факультет в 1925 г. два геолога: В. П. Трифонов и А. Н. Ушаков. Первый крупный выпуск относится к 1927/1928 учебному году. Учеба некоторых, а лучше сказать, большинства студентов тех лет продолжалась многие годы. Это объяснялось тем, что почти все студенты совмещали учебу и работу. Разрушенное войной хозяйство края требовало рабочих рук и квалифицированных руководителей. Поступивший в институт в 1920 г. К. Е. Кожевников (выпускник первого крупного выпуска, один из старейших геологов Урала, лауреат Государственной премии) вспоминал, что он учился почти 9 лет. И не потому, что был не способен или ленив. «Помню, в 1921 г. приехал к нам в институт Ф. Ф. Сыромолотов, руководил он тогда горным советом ВСНХ, и спросил: кто кончил среднее техническое учебное заведение. Подняли руки. Он призвал поехать на производство помочь наладить маркшейдерскую службу. Поехали и задержались надолго. В институте нас отчислили, но мы приезжали с хорошими характеристиками, сдавали зачеты и экзамены, учились немного и снова уезжали на производство». Так было не с одним К. Е. Кожевниковым. Много работал П. Н. Козин, Н. И. Кудрина и многие другие.

К моменту окончания института большинство студентов имело хороший производственный опыт и уже достаточно солидный трудовой стаж. Поэтому их дипломные проекты были очень серьезными и принимались промышленностью к реализации. Газета «Уральский рабочий», освещая ход сессии по защите, писала: «Не было резонерских речей, проникнутых ложно-классическим пафосом. Не было чопорных, туго затянутых во фраки студентов и профессоров. Даже строгий экзаменационный стол не был покрыт сукном... Защита проектов началась в простой, будничной обстановке, но это не затушевало всей значимости выпуска, самого большого за годы существования факультета. Успехи дипломантов объяснялись прочной связью студентов с производством.

«Интересно проследить, – пишет газета, – как выпускники связывались с производством и куда вели эти связи. Восемь лет пребывания на горном факультете студента Козлова очень схожи с годами пребывания на факультете других студентов, многих многому научат» [2].

В 1919 г. Козлов поступил на факультет. Два года подряд он проходил практику на производстве в качестве забойщика, каталя. В 1925 г. Козлов имеет чин повыше, он работает десятником в Кочкаре. В следующем году летом Козлов заведует заводом в этом же Кочкаре. Последние два года он отдается работе в лаборатории механического обогащения под руководством проф. М. Ортина. Проводит опыты по обогащению откальных руд Пышминско-Ключевского месторождения. Работа увенчалась успехом. Ему поручается составление проекта Пышминско-Ключевской опытной обогатительной фабрики. Этот проект он и защищал на дипломной сессии. Успешное сочетание учебной работы с выполнением практических задач, выдвигаемых производством, явилось отличительной особенностью молодой советской высшей школы.

Такие же значительные проекты были представлены Д. К. Сусловым о запасах богомоловской меди, И. И. Боком (Иван Иванович Бок стал академиком Казахской АН, крупным ученым в области геологии), рассматривавшим проблему уральского никеля, С. П. Колодкиным об уральском вольфраме и т. д. Выпускников назвали «золотым фондом»

уральской горной промышленности. [3].

В работе государственной квалификационной комиссии по защите принимали участие представители государственных и хозяйственных органов Урала. Возглавлял комиссию проф. П. К. Соболевский. В речи по оглашению результатов испытаний (так ранее называли защиту проектов) он говорил: «Наша гордость – молодые инженеры – в дипломных работах разрабатывают самые актуальные проблемы уральской промышленности. Они организуют блок высшей технической школы с промышленностью» [3].

Выпускники тех лет не посрамили вуз и своих наставников. Многие из них стали крупными руководителями предприятий, учеными, государственными деятелями. Среди них следует назвать Сергея Васильевича Горюнова. Еще будучи студентом, он поступил на работу в Уральское отделение Геолкома СССР, преобразованного после ряда реорганизаций в Уральское территориальное геологическое управление. Был начальником Сухоложской геологической практики. В 1928 г. им разведана минерально-сырьевая база для строительства крупного цементного завода, ныне это крупнейший в стране Сухоложский завод. В 30-е годы С. В. Горюновым было установлено, что Челябинское месторождение бурого угля – лишь часть крупного угольного бассейна, в пределах которого было открыто несколько месторождений, в том числе Коркинское, сыгравшее важную роль в годы Великой Отечественной войны как главный источник топливного обеспечения уральской военной промышленности. В эти же годы С. В. Горюновым впервые на Урале открыты оолитовые железные руды. В 1938 г. он назначается главным инженером Уральского геологического управления, а в 1940 г. правительство страны назначает С. В. Горюнова заместителем председателя Комитета по делам геологии при Совете Народных комиссаров СССР. В 1946 г. при преобразовании комитета в Министерство геологии С. В. Горюнов стал заместителем министра.

В годы войны С. В. Горюновым впервые в стране организовано изучение и широкие поиски радиоактивных элементов. Работа увенчалась успехом, было открыто несколько месторождений радиоактивных руд. Последняя должность С. В. Горюнова – Министр геологии РСФСР. Он лауреат Ленинской премии, кавалер двух орденов Ленина и двух орденов Трудового Красного Знамени.

Лауреатом Государственной премии стал Н. А. Каржавин. В 1920 г. Николай Акимович пришел на рабфак института и за 4 месяца одолел программу. Помогали ему любовь к книге и умение работать с ней. Поступил в Уральский горный институт. Еще студентом он много работал по глинам с проф. М. О. Клером и старейшим геологом Урала Ф. И. Кандыкиным. При разведке огнеупорных глин он впервые сталкивается с бокситами. После окончания института Н. А. Каржавин стал начальником Североуральской геологоразведочной партии. В 1931 г. он назначается техническим руководителем Туринской геологоразведочной базы. Здесь он вплотную занялся бокситами. Стал первооткрывателем: открыл месторождение «Красная шапочка». Было это так. На Турьинских рудниках находится знаменитый Федоровский геологический музей, организованный крупнейшим геологом-ученым, академиком Евграфом Степановичем Федоровым. Н. А. Каржавин тщательно изучает каменный материал музея, из 50 тысяч образцов отбирает 14 предполагаемых бокситовых образований. Лабораторные исследования показали, что 7 из них представляют бокситы наилучших мировых марок. Начались их поиски. Потребовались месяцы упорного труда, чтобы поиски увенчались успехом. Было найдено месторождение «Красная шапочка». Местный поэт откликнулся на это событие шуточным стихом:

А ты, Каржавин, молодец,
Удачливый поди ты.
Проверил старый образец
И отыскал бокситы.

В 1934 г. началась добыча руды. Более 45 лет существует СУБР. Из рабочего поселка Петропавловского вырос современный Североуральск. В день празднования 25-летия города Николаю Акимовичу Каржавину было присвоено звание «Почетного гражданина города». Он был награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени. В 1975 г. издательством «Советская Рос-

сия» выпущена книга «Красная шапочка».

Имя доктора геолого-минералогических наук, профессора С. А. Вахромеева широко известно в нашей стране и далеко за ее пределами. Много лет своей жизни он отдал работе на Урале и в нашем институте. Пытливость ученого-исследователя проявилась у Сергея Андреевича еще в студенческие годы. В 1932 г. появилась в печати его статья, посвященная хромитовым рудам Урала, несколько позднее вышла монография «Хромиты Урала и их классификация». Почти 20 лет он исследовал медноколчеданные месторождения Урала, опубликовал более 10 работ, в 1945 г. защитил докторскую диссертацию. С. А. Вахромеев был прекрасным педагогом, отзывчивым и доброжелательным человеком. Много лет он работал в Иркутском политехническом институте. Его книга «Месторождения полезных ископаемых» вышла вторым изданием. Она является ценным трудом не только для научных работников, но и практиков-геологов и студентов геологических специальностей вузов [4].

Прекрасную память оставил о себе Федор Иванович Рукавишников, студент и «правая рука» профессора К. К. Матвеева. Много сделал для многих изучавших минералогию, предмет сложный. Днями и ночами помогал он студентам при подготовке к экзаменам. Много лет он работал в институте, был проректором по учебной работе. Перед войной был отозван в Москву, работал в одном из комитетов Совета Министров СССР. Началась война. Федор Иванович пошел в московское ополчение и погиб, защищая столицу.

Среди первых выпускников нельзя не назвать академика Казахской академии наук Евгения Дмитриевича Шлыгина, заслуженного деятеля науки, профессора Дмитрия Николаевича Оглоблина, который много лет заведовал кафедрой маркшейдерии института, в годы войны был его директором.

Выдающимися производственниками стали: Николай Алексеевич Ермолаев, член коллегии НКПС, руководящий специалист по проходке метро и тоннелей; Павел Ефимович Пучков – первый в Союзе крупный специалист по проходке шахт методом замораживания; Константин Ерофеевич Кожевников, лауреат Государственной премии, крупный геолог Урала, «патриарх уральских геологов», как называют его однокурсники; Петр Васильевич Ваганов, всю жизнь работающий в нашем институте; профессор Анисим Ефремович Малахов, и многие другие. Они начали учиться и работали в удивительное, боевое время стремительного и победоносного становления и развития социалистической промышленности нашей огромной Родины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уральский рабочий. 22.02.1927.
2. Уральский рабочий. 3.07.1928.
3. Уральский рабочий. 14.02.1928 г.
4. Воспоминания ветерана-геолога Е. М. Зиновьевой / Архив музея истории УГГУ.

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ РАБОТА ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Посвящается 70-летию Победы советского народа в Великой Отечественной войне

Совет Народных Комиссаров Союза ССР товарищу И. В. Сталину

В 1944 г. исполняется 25-летие Свердловского горного института, возродившегося по указанию В. И. Ленина и развившегося в тесной связи с развитием промышленности Урала.

Институт был первым высшим учебным заведением на Урале и выпустил 3282 горных инженера, подавляющее большинство которых работает на производстве.

Институтом выполнены крупные геологические исследования, послужившие основой к развитию промышленности Урала, и разработано 50 крупных проектов новостроек.

В период Великой Отечественной войны институтом открыто более 200 месторождений бокситов, разведано месторождение кобальта и других полезных ископаемых, а также оказана большая помощь в развитии каменноугольной промышленности Урала.

В ознаменование 25-летия Свердловского горного института Наркомуголь представляет на Ваше усмотрение проекты Указов Президиума Верховного Совета Союза ССР:

1. О награждении Свердловского горного института орденом Трудового Красного Знамени и присвоении ему имени В. М. Молотова.

2. О награждении орденами и медалями профессорско-преподавательского персонала и сотрудников Свердловского горного института.

Объяснительная записка к отчету по научно-исследовательским хоздоговорным работам за 1941 год

Народный комиссар угольной промышленности В. Вахрушев

По хоздоговорным научно-исследовательской тематике… фактическое выполнение на 1/I-1942 г. 43 темы на сумму 1086 тыс. рублей.

Анализируя отдельные законченные работы, следует отметить:

1. Выполнены и сданы досрочно – тема «Выбор системы разработки Полтаво-Брединского и Домбаровского месторождений».

3. Тема «Изучение геологической структуры и вещественного состава руд Пышминско-Ключевского месторождения» – в результате глубокого и всестороннего исследования выявлены совершенно новые промышленные перспективы Пышминско-Ключевского месторождения, ставшего значительной сырьевой базой кобальтовых руд на Урале. За проведенные работы с 1939-1941гг. доц. Малахов А. Е. и его группа получила от Наркома цветной металлургии благодарность....

4. Тема «Камеральная обработка материалов по Тагильскому приисковому управлению» дала возможность деконсервировать Горно-Анатольский рудник, в котором уже производятся эксплуатационные работы на золото...

6. Тема «Проведение детальной магнитной съемки в районе Кусинского месторождения титаномагнетитов для развертывания черной металлургии на востоке...

8. Тема «Детальное геологическое картирование Свердловского золоторудного месторождения» – в результате дана оценка месторождения, которая принята трестом «Уралзолото».

9. Тема «Геологическое изучение и про-

мышленная оценка Боевского вольфрамового месторождения»... Выявлены новые промышленные жилы, разработка которых значительно увеличила производственные мощности действующего предприятия.

10. Тема «Маркшейдерские наблюдения за сползанием Ланчинского разреза Богословских копей». Результаты проведенной работы будут в дальнейшем использованы при разработке месторождения открытым способом.

11. Тема «Лабораторные испытания по обогащению 2-х проб ниобий-танталовых руд» – в результате предложена качественная схема обработки этих руд с целью получения ниобий-танталового концентрата.

Кроме того, кафедра обогащения проводит большую работу по оказанию технической помощи оборонным заводам области, которая выражается в производстве срочных испытаний и анализов.

(ГАСО, ф. 1151-р, оп. 1, ед. хр. 163, лл. 120-123)

Пояснительная записка к годовому отчету по научно-исследовательским хоздоговорным темам за 1942 год

Фактическое выполнение на 1/I-43 г. составило 1262,8 тыс. рублей.

1. Горным институтом с целью поисков и разведки стратегического сырья в 1942 г. было создано 8 геологоразведочных поисковых и геофизических партий...

2. Кафедрой шахтного строительства (проф. Б. Н. Крамарев, доц. С. А.Федоров, доц. А. Ф. Вайполин) по специальному заданию зам. Наркома Угольной промышленности тов. Абакумова Е. Т. для треста «Богословскуголь»... были закончены две работы... «Составление проекта строительства завода взрывчатых веществ (синила) производительностью 60 т в месяц» и «Составление проекта строительства мастерской по изготовлению динамона производительностью 100–120 т в месяц».

3. Кафедра горной электротехники (проф. В. Б. Уманский, доц. Н. Е. Куваев, доц. Давиденко, доц. Б. Г. Шанов)... проводила работу на тему «Исследование работы электрических экскаваторов треста «Коркинуголь» и «Исследование работы четырех электрических экскаваторов треста «Богословскуголь». Исследуя непосредственно в карьерах и устраняя немедленно своими силами все замеченные недостатки в них, работники кафедры добились увеличения производительности экскаваторов на 20–25 %.

4. Кафедра геофизических методов (проф. В. Н. Головцын, доц. А. А. Юньков, доц. Н. А. Иванов, доц. А. Я. Ярош, доц. Г. П. Саковцев, асс. В. А. Бугайло, инженер Т. В. Воробьева) провели большую работу по поискам и разведке геофизическими методами бокситов – основного сырья для алюминиевой промышленности Урала, нефтяных структур в Красноуфимском и Манчажском районах Свердловской области, полиметаллических руд в Пышминско-Ключевском районе. В результате геофизических работ открыто 209 аномалий на бокситы, по большинству которых обнаружены промышленные запасы бокситов, часть из них уже разрабатывается и служит сырьем для Уральского алюминиевого завода...

5. Кафедрой разведки полезных ископаемых (доц. П. И. Кутюхин, доц. М. Н. Альбов)... выполнялись «Геолого-поисковые работы на руды и россыпное золото в Невьянском районе»... открыто 4 новых золотоносных жилы, три из которых разрабатываются... Проводилось «Изучение геологии и структуры вещественного состава Джетыгаринского золоторудного месторождения им. Кирова», в результате дан прогноз для широкой промышленной разведки.

6. Кафедра маркшейдерского искусства (проф. Д. Н. Оглоблин, асс. Н. Д. Ипполитов, асс. И. А. Блашкевич) по договору с Лениногорской (Риддер) конторой Спецработ выполнила «Маркшейдерское обслуживание буровых работ при бурении замороженных скважин».

(ГАСО, ф. 1151-р, оп. 1, ед. хр. 163, лл. 143-147)

Отчет за 1943 г. по научно-исследовательским работам, выполненным НИС СГИ

В 1943 г. СГИ от Техотдела Наркомугля

было дано наряд заказов на выполнение научно-исследовательских работ на сумму 225524 рублей.

Наиболее активные кафедры института по участию в научно-исследовательских работах в 1943 г.

1. Кафедра разработки пластовых месторождений – зав. каф. доц. Стойлов Б. И., академик Шевяков Л. Д., проф. Смирнов А. И., проф. Цейтлин. Хоздоговорные темы 19, 36, 37 могут быть использованы на шахтах Кизеловского бассейна при организации скоростной проходки выработок и по выбору эффективных систем разработки и рациональных способов управления кровлей.

2. Кафедра горной электротехники зав. каф. проф Уманский В. Б., доц. Куваев Н. Е., доц. Бредихин А. Н., доц. Золотарь И. М., доц. Иванов В. Г., доц. Барон А. Е., асс. Давиденко И. А., асс. Троп А. Е., Белых Б. П. Работы по гостемам 36, 40, 42 используются на шахтах по рациональным способам компановки и регулировки режима работы малокалориферных установок для обогрева стволов шахт и по системам подземного электроснабжения.

3. Кафедра горной электромеханики – зав. каф. доц. Тупицын Г. М., проф. Веселов А. И., доц. Жуков Л. И., асс. Фролов Н. И. Работа по гостеме 4 и хозтемам 4 и 11 используются при восстановлении шахт Донбасса.

4. Кафедра геофизики – зав. каф. проф. Головцын В. Н., доц. Юньков А. А., доц. Иванов Н. А., доц. Бугайло В. А., асс. Саковцев Г. П., Ярош А. Я., Непомнящих А. А. Гостемы 46, 47, 5 могут быть использованы производством при поисках на бокситы и хромистый железняк.

5. Кафедра шахтного строительства – зав. каф. проф. Крамарев Б. Н., доц. Федоров С. А.. Гостема 35 может быть использована на шахтах по вопросу сбережения и экономии леса в подготовительных выроботках.

6. Кафедра геологии рудных месторождений – зав. каф. проф. Малахов А. Е., доц. Вахромеев С. А., асс. Ваганов И. П. Результаты гостемы 12 используются в Пышминской партии «Уралцветметразведка».

7. Кафедра разведочного дела – зав. каф. доц. Кутюхин П. И., доц. Альбов М. Н., доц. Любимов В. П.. Результаты гостемы 13 могут быть использованы Березовским рудоуправлением по рациональному ведению эксплуатационных работ на вольфрам.

(ГАСО, ф. 51-р, оп. 1, ед. хр. 163, лл. 152-182)

Стенограмма заседания Ученого совета СГИ. *Повестка дня: «О работе института по оказанию помощи угольной промышленности». Докладчик: академик Шевяков Л. Д. (3 марта 1944 года)*

Главное внимание работников института по углю было сосредоточено на Уральской угольной промышленности.

Можно выделить две группы: 1) научно-исследовательские работы, независимо от того, являются они госбюджетными или хозрасчетными...; 2) помощь путем участия... в разных бригадах.

Относительно геологии угольных месторождений Урала. Прежде всего надо отметить весьма важную работу, выполненную член-корреспондентом АН СССР Горским И. И. «Условия формирования и особенности угольных месторождений как руководящие данные для направления поисковых и разведочных работ на Урале». Им же была выполнена работа «Тектоника мезозойских угольных месторождений Урала». Им же была опубликована работа «Геологическая характеристика, запасы и перспективы угольных месторождений Урала».

В начале 1942 г. отделение геолого-географических наук АН СССР организовало специальную сессию отделения... в стенах Свердловского горного института... Член-кор. Д. В. Наливкин там... сделал доклад «Об условиях образования нижнекаменноугольных угленосных толщ Урала», где... разобрал ряд теоретических вопросов, связанных с проблемой угленакопления...

Из работ... менее широкого охвата надо отметить исследование доц. Дорофеева по геолого-промышленному описанию Егоршинского месторождения... Затем сюда же естественно поставить работу... Д. Н. Оглоблина с участием Блашкевича и проф. Горского по

детальной документации с точки зрения геолого-маркшейдерского дела того же Егоршинского антрацитового месторождения.

Переходя к вскрытию и системе разработки угольных месторождений, упомяну о моей работе: «О некоторых основных вопросах разработки Уральских угольных месторождений». В этой работе рассмотрены ... три вопроса: разработка месторождений Кизеловского бассейна в условиях водоносных карстов, открытые работы при эксплуатации угольных месторождений Урала и слоевая система разработки на Урале.

Последующие труды ...института целесообразно разделить на 2 группы: подземные работы и открытые работы: подземные работы и открытые работы.

Из ... подземных разработок была выполнена работа по вскрытию и системе разработок Егоршинского месторождения. Главная тяжесть этой работы упала на плечи... проф. Цейтлина А. М., при деятельном участии А. И. Смирнова и я принимал участие... Еще более детальная работа проведена в Кизеле Б. М. Стойловым и А. Н. Андреичевым со своими сотрудниками, в частности, с группой студентов старших курсов. Идея ... сократить расходы леса с целью повысить производительность труда. В течение 1943 г. по инициативе Наркомата Угольной промышленности, а также треста Кизеловского бассейна были поставлены открытые работы по новым системам разработок. Там ... доказано, что камерная система разработок является неподходящей...

Затем большое значение имеют работы по Челябинскому бассейну, которые были выполнены главным образом А. И. Смирновым. Дело в том, что на Челябинском бассейне эксплуатируются пласты... большой мощности, и работы последних лет привели к следующему основному положению: пологопадающие и наклонные пласты любой мощности возможно рационально разрабатывать без закладки... Тем самым оказался отвергнутым тезис, ... который казался непоколебимым. Это достижение, честь которого надо приписать преимущественно работникам производства, было сделано на основе принципа слоевой системы разработки, ... здесь, как и во всяком большом техническом вопросе, очень много специфических подробностей А. И. Смирнов поставил своей задачей в целом ряде работ... Надо сказать, что Челябинский бассейн в масштабе всего Советского Союза и... не только... является ведущим в данной области, здесь много новшеств.

Затем... Стойловым, Постновым, Павловым... была выполнена работа по вскрытию и системе разработки в Домбаровском и Полтаво-Брединском районах... Это было сделано в 1941 г. ...

В связи с вопросами эксплуатации надо привести... работу, которая выполнена Д. Н. Оглоблиным в Кизеловском бассейне, это вопрос о пересмотре охранных целиков, ревизия выявила те резервы, которые в военный период чрезвычайно важно было использовать, потому что многие запасы в целиках оказались удвоенными для эксплуатации благодаря близости к подъемному стволу.

Очень важной является работа Крамарева Б. Н. ... о приготовлении бетонитов и из них бетонитовых креплений подземных выработок из местных материалов с использованием ... малого количества цемента или даже совсем без цемента...

Затем С. А. Федоров... написал монографию ... относительно восстановления и перекрепки шахтных стволов. Ясно все значение этой работы для условий Донецкого бассейна. С. А. Федоров написал другую книгу... «Проведение и крепление наклонных выработок». Весьма хорошо, что эта работа выполнена в СГИ, так как Урал в этом отношении дает... большую практику в горном деле. Он же... написал... работу относительно бункерных устройств при наклонных выработках. Это весьма специальный вопрос, малоизвестный в литературе, и тоже делает честь Горному институту.

Из серии проходок выработок надо отметить работу Д. Н. Оглоблина в сотрудничестве с... Н. Д. Ипполитовым по контролю величины отклонения стволов шахтных проходок... Этот метод является совершенно новым. Сей-

час подобные работы ведутся в Челябинском бассейне, зародились они в Подмосковном бассейне...

А. Н. Бредихин подверг ревизии существующие системы подземного электрооборудования с целью выявить возможности минимального количества аппаратуры... и... максимальной экономии в кабелях и цветных металлах.

Ряд работ по вентиляции шахт произведен... (в) Егоршинском районе, который..., к несчастью, обладает большим количеством гремучего газа. Вентиляция изучалась проф. Быковым Л. Н, в сотрудничестве с Даниловым и Охапкиным, а механические вопросы и регулирование работы... вентиляторов выполнял Л. И. Жуков.

Перехожу к открытым работам.

Здесь большую работу сделал проф. Уманский В. Б. в сотрудничестве с Куваевым, отчасти Золотарем И. М. и др. Товарищи в Богословске и Коркино детальнейшим образом исследовали работу экскаваторов с точки зрения электромеханической и внесли рацпредложения, которые привели к тому, что производительность экскаваторов повысилась на 20-25 %... Ими... дана рекомендация о способе переделки паровых экскаваторов в электрические.

... в Богословском бассейне был поставлен вопрос о рациональной высоте уступов (эту работу выполнял сначала проф. Цейтлин, а после его отъезда П. Н. Гуленков)... Оказалось, что ... с экономической стороны, чем больше высота уступа, тем лучше, и ... пределом могут являться только вопросы безопасности.

В... Богословске Д. Н. Оглоблин... выполнил ... важную работу по явлениям оползней. На копях явление оползней имеет исключительно большой масштаб... передвигаются массы пород, размер которых оценивается многими миллионами кубометров, и это скольжение идет по поверхности, наклоненной под углом 12–13 град для Богословска.

Проф. Крамарев... с проф. Вайполиным выполнил ... важную работу по проектированию двух заводов взрывчатых веществ: синала и динамона. Во время войны угольная промышленность стала получать сокращённый рацион взрывчатых веществ, а самое главное, очень затрудненным оказался вопрос транспортировки ВВ. Поэтому ... промышленность стала искать такие ВВ, которые можно было бы изготовить у себя. И одним из прекраснейших ВВ оказался динамон.

Из области научно-исследовательских работ я бы отметил работу М. Ф. Ортина относительно технической политики в обогащении углей уральских... месторождений.

Теперь позвольте мне перейти к работам бригад, которые оперативно... оказывали помощь. Эти бригады организовывались СГИ то единично, то совместно с другими учреждениями.

В самые первые месяцы войны в Свердловске открыла свои действия комиссия АН СССР по мобилизации ресурсов Урала на нужды обороны... Основной тезис, который был выдвинут в угольном разделе, заключался в том, что из трех генетических типов месторождений угля, которые разрабатываются на Урале, т. е. карбоновые угли Кизеловского бассейна, карбоновые антрациты восточного склона Урала и мезозойские месторождения восточного склона, надо было... обратить основное внимание на последний тип, потому что, хотя там несколько ниже калорийность угля..., но, принимая возможность добычи открытым способом, можно было получить наибольшую производительность и быстро поднять добычу.

Теперь можно с полной уверенностью сказать, что этот прогноз полностью оправдался...

Много бригад осенью 1941 г. совместно с Свердлуглем было в Кизеловском бассейне.

В начале 1942 г. совместно с комиссией АН СССР ... была проведена большая работа в Богословске... решительно все стороны угледобычи ... были подробно разобраны и по всем даны рекомендации, которые должны были привести к подъему угледобычи, причем цифры тогда не всеми считались реальными... сейчас можно сказать, что они ... фактически перекрыты.

Осенью 1942 г. подобная работа была произведена в Коркинском районе Челябинского бассейна.

...Обкомы (ВКП(б) (Свердловской, Молотовской и Челябинской областей) поручали ... ряду наших товарищей ... участие в бригадах по острым вопросам подъема и улучшения работы во всех бассейнах...Но Уралом работа не ограничивалась. Были производственные работы для Кузнецкого бассейна и Караганды. Это исключительно связано с работой комиссии Академии наук... или в составе бригад Наркомугля. В конце 1942 г., начале 1943 г. была образована ... большая комиссия в Кузнецком бассейне, где все производственные процессы и ... ресурсы ... были подвергнуты детальному анализу.

Летом 1943 г. нарком угольной промышленности Вахрушев В. В. вызвал академика Скочинского и меня в Кузнецкий бассейн... В результате в сентябре 1943 г. был издан специальный приказ..., где ... были даны указания по разработке пластов в различных случаях в Кузнецком бассейне. Тогда же Вахрушев просил меня после окончания ... работы съездить на самый юг... бассейна на Осиновский рудник, где добывались высококачественные антрациты, пригодные для коксования. На шахте «Капитальная-1», которая дает этот уголь, положение оказалось сложным. Наркому был представлен соответствующий доклад.

Относительно Караганды. В мае 1943г. Нарком Угольной промышленности образовал комиссию из работников Наркомата и из представителей Академии наук. В частности, членами комиссии были назначены академик Скочинский и я... Там было 6 работников Академии наук, которые сумели мобилизовать 120-130 местных работников и руководить... работой. В этой работе совершенно детальным образом решительно весь бассейн был подвергнут ревизии, начиная с геологии, с перспективных геологоразведочных работ и кончая рабочими вопросами, причем Нарком в своем заявлении академику Скочинскому, председателю данной комиссии, отзывался о данной работе как о ценной...

Далее надо отметить работы СГИ для Донецкого бассейна. В декабре 1941 г., через несколько дней после того, как наши войска отбросили немцев от Москвы и началось освобождение Подмосковного бассейна, зам. Наркома Угольной промышленности Абакумов пригласил несколько научных работников, в том числе и меня в г. Молотов, и там были произведены первые подготовительные работы по восстановлению шахт Донбасса.

...Мной и инженером Судоплатовым была составлена ... подробная цифровая характеристика, что из себя представлял Донбасс к моменту вторжения немцев. Получились чрезвычайно интересные цифры... Если восстановление Донецкого бассейна будет запаздывать на 1 час, то... лишнее количество воды, которую нужно будет откачать, составит около 30 тыс. куб. м. Вот о какого рода масштабах идет речь.

По предложению Наркомата угольной промышленности Академия наук СССР с начала 1942 г. приступила к работе по основам технической политики при восстановлении шахт Донбасса. В 1942 г. эта работа была закончена... (в ней) принимали участие некоторые работники СГИ: Шевяков, Цейтлин, Уманский, Бредихин, Жуков. Наши работники провели... ряд отдельных исследований... Уманский представил работу относительно электромеханического комплекса подъемных машин, Жуков относительно подъема по наклонным шахтам, Бредихин подъемное электроснабжение. Веселов представил подробную работу относительно метода откачки затопленных шахт... Б. Н. Крамарев... бетонитовую крепь из заменителей цемента... Федоров относительно способа восстановления стволов...

Вместе с тем работники СГИ не прекращали и чисто теоретическую работу. Следует отметить прежде всего работы Д. Н. Оглоблина: «Ориентировка подземной съемки»... и «Маркшейдерская съемка»... Обе находятся в печати. Замечательная работа ... выполнена Смирновым А. И. Александр Иванович поставил перед собой следующую задачу: чрезвычайно часто разрабатываются участки месторождений с ограниченными запасами

в том смысле, что здесь заведомо не более одной шахты можно наметить в условиях планового хозяйства. Спрашивается, если имеются налицо такие-то геологические условия, такие-то запасы, то какая там будет рациональная ежегодная производительность и срок существования шахты. Александр Иванович этот вопрос подверг математическому анализу и получил совершенно определенные выводы..., которые позволяют определенно решать данный вопрос.

...Много было выполнено следующей технической работы. Я подверг анализу вопросы прямого и обратного хода выработок шахтных полей... Этот вопрос имеет большое значение в смысле быстроты разработки месторождений..., и всегда казалось, что ... обратный ход имеет все преимущества, но не желателен, потому что оттягивается время разработки месторождения. Тщательный анализ месторождений пластового характера убедительно показал, что часто эти преимущества обратного хода являются мнимыми.

...Закончена работа «О нахождении оптимальных пунктов при перемещении масс по траектории». Под массами можно понимать любые материальные массы твердых, жидких, газообразных тел, и даже электрический ток сюда относится... Упомянуть об этом уместно, потому что задача по наименьшей работе при транспортировке грузов, которая имеет значение при выборе места заложения шахты, уже входит в эту теорию как простейший случай... Есть задача, на первый взгляд, трудная, если неразрешимая, относительно такой же постановки оптимальных пунктов передвижения воздуха по горным выработкам, но она укладывается в это общее решение как частный случай...

Успешной была работа СГИ по подготовке учебной и научно-популярной литературы...

Проф. Оглоблин. Позвольте мне сделать небольшое замечание. На коллектив ... института Наркоматом возложена ... серьезная и важная работа, которая будет проводиться под руководством Шевякова Л. Д., – работа по составлению Правил технической эксплуатации месторождений, разрабатываемых открытым способом, работа, которая должна быть выполнена в течение ближайшего времени. Она определит всю техническую политику в развитии добычи угля открытым способом, так как сейчас этот вид добычи угля имеет... решающее значение в экономике... промышленности Урала... Я думаю, что члены Совета отдадут все свои знания и опыт, чтобы эта важнейшая работа была закончена своевременно и высококачественно...

(ГАСО, ф. 1151-р, оп. 1, ед. хр. 247, лл. 176-192)

Материалы из книги Филатова В. В. и Соколовой А. И. «Летопись военных лет. 1941–1945» (Свердловский горный институт в годы Великой Отечественной войны), 2005.

ABSTRACTS AND REFERENCES

NATURAL SCIENCES

Engineering and geological zoning of the Ural fold belt/ *Gryaznov O. N.*

The article described the components of the integrated engineering-geological zoning of Ural engineering-geological province: 1) geological structure, tectonics, history of geological development of regional structures (regions, provinces, districts); 2) metamorphic zoning of the Urals; 3) zonal display of fluid-hydrothermal ore-forming processes in regional structures; 4) engineering-geological zoning as a function of the spatial distribution of real geotechnical systems; 5) zonal display of natural geological processes in the regional structures of the Ural fold belt; 6) zoning of spatial displays of anthropogenic factors in regional structures of the Urals; 7) hydrogeological zoning of the Urals as a component of the geotechnical conditions zoning.
Keywords: *Ural engineering-geological province; engineering-geological region – area – district – sector; engineering-geological zoning; metamorphism; fluid-hydrothermal processes; real geotechnical systems; natural geological processes; technogenesis; hydrogeological conditions.*

Gryaznov O. N. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: Gryaznov.O@ursmu.ru

The scientific legacy of A. P. Sigov. Its value at the present stage in forecasting of noble-metal mineralization in the Urals / *Barannikov A. G.*

In an article devoted to the 110th anniversary of the birth of A. P. Sigov, it is considered a range of scientific problems, revealing the creative legacy of one of the most prominent researchers of geology and geomorphology of the Urals of second half of XX century. Attention is paid to issues that relevance now under evaluation of mineragenous potential of areas for noble-metal mineralization. They are including: the problems of studying of uneven peneplains; originality of processes of placer under peneplanation relief; the problem of assessing of gold mineralization associated with postcollisional ore-metasomatic processes of argillizite formation.
Keywords: *gold; mineralization; peneplain; Mesozoic; placers; activation; unconventional type.*

Barannikov A. G. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

TECHNICAL SCIENCES

Comparative evaluation of mine sectional dual pumps / *Dolganov A. V., Popov Yu. V., Timukhin S. A., Piskaryov A. N.*

At the present stage of development of mining machinery it is required the creation and development of industrial production technology, homogeneous and uniform pumping equipment meeting all the essential requirements of the mining industry. According to the authors, the best options are sectional centrifugal pumps based on the double-flow hydraulic circuits. The article proves that the ranges of flows and pressures double-flow sectional pumps, created on the base of the existing single-threaded, respectively 26–2000 m3/h and 110–650 m. Therefore, they can fully replace the less technically

advanced spiral pumps (based on coverage of the fields of required dewatering regimes of mines).
Keywords: *mine sectional pumps; flow; pressure; comparative evaluation; maintainability.*

Dolganov A. V., Popov Yu. V., Timukhin S. A., Piskaryov A. N. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

About calculation of aerodynamic characteristics of mine fans of mixed action principle / *Kopachev V. F., Dolgikh D. S.*

In the article described are calculation features of aerodynamic characteristics of mine fans of mixed action principle. The basis of calculation adopted by the experimental-theoretical method proposed by the Department of Mining Mechanics, Ural State Mining University. This approach to the calculation of the aerodynamic (working) characteristics of mine fans in their design and engineering provides to get more adequate results.
Keywords: *aerodynamic characteristics; mine fans of mixed action principle; indirect determination of pressure losses.*

Kopachev V. F., Dolgikh D. S. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

SOCIAL-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES

The evolution of relations in the system «Society-nature» / *Ignatieva M. N.*

The article discusses the phasing of changes in relationships in the system «society-nature», the essence of each stage. Nature of relationships is linked to the specifics of current models of economic development, «before-agrarian economy», agrarian economy, frontal or cowboy economy, model of «environmental protection» and sustainable development. If on the early stages the impact of human activities do not exceed the limits, within the limits of cowboy model the realization of the concept of human omnipotence leads to local and subsequently regional environmental disasters. Awareness of the dangers of global environmental impacts determines the increase of an aspect of ecocentricity and the emergence of such ecological and economic models as «environmental protection» and «sustainable development». The article discusses the most effective tools for its implementation, which find application in the real practice of the nature-using: the socio-economic approach to the development of natural resources and, consequently, socio-economic assessment; the comparison of technogenesis (technosphere environmental capacity) with capacity of natural systems (environmental technology-intensive), which ensures the equilibrium of nature-using; ecosystem-oriented approach to prevent the destruction of the living natural potential, based on biodiversity; an integrated approach to environmental management, based on geoekosotsioekonomicheskom and the ecosystem approach.
Keywords: *stages; relationships; nature; society; economic development; equilibrium nature.*

Ignatieva M. N. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

Forming of a new approach to development of natural potential of the northern territories / *Tatarkin A. I., Loginov V. G., Balashenko V V., Dushin A. V., Ignatieva M. N., Litvinova A. A., Polyanskaya I. G., Semyachkov A. I., Slavikovskaya Yu. O., Yurak V. V.*

The article presents the results of research carried out in the framework of grant of Russian science foudation: there are developed theoretical and methodological foundations of geo-eco-socio-econo-

mic approach; it is supposed an algorithm of integrated environmental management based on it with the additional use of the ecosystem approach; it is developed a range of guidelines related to the formulation of social and environmental pre-investment studies.
Keywords: *transport corridor; nature-using; development; geo-eco-socio-economic approach; biotic regulation; integrated management.*

Tatarkin A. I., Loginov V. G., Balashenko V V., Dushin A. V., Ignatieva M. N., Litvinova A. A., Polyanskaya I. G., Semyachkov A. I., Slavikovskaya Yu. O., Yurak V. V. – Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences. Ekaterinburg, Russia.

The process approach to business */ Remennik S. Ya., Strovsky V. E.*

The article reveals the essence of two quite distinct process approaches to management of the company: the first approach – a combination of a process approach to the management with the existing functional and hierarchical structure, and the second approach is the allocation in the organization through processes that are not tied to the boundaries of functional units, and the transition to a matrix structure of management. It is performed comparative characteristic of approaches. Substantiated the list of typical problems encountered in the implementation of the system of business process management (SUBP). It is provided a conceptual diagram of the process control and the author's definition of a business process.
Keywords: *business process; process approach; control algorithm; problems of implementation.*

Remennik S. Ya., Strovsky V. E. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ В ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ УГГУ»

Уважаемые авторы!

Журнал «Известия УГГУ» предназначен для публикации результатов научных исследований сотрудников, аспирантов, студентов УГГУ и лиц сторонних организаций.

В редакцию необходимо предоставить:

1. Текст статьи на русском языке в электронном и печатном виде (в 2 экз., с подписью автора). Текст должен быть идентичен в обеих версиях. Необходимо указывать номер УДК.

2. Библиографический список. Ссылки на источники должны идти в тексте по порядку – 1, 2, 3). В тексте ссылки заключаются в квадратные скобки. Количество ссылок в тексте должно соответствовать количеству источников литературы в библиографическом списке. Упоминания ГОСТ, СНиП, правил безопасности, нормативных, законодательных и других документов рекомендуется приводить в тексте статьи, не вынося в библиографический список.

3. Аннотацию и ключевые слова.

4. Сведения об авторах. Необходимо указать ФИО, должность, ученую степень и звание, место работы (учебы) с указанием полного почтового адреса, контактный e-mail, контактный телефон.

5. Рекомендацию кафедры, или члена редколлегии, или редактора по разделу.

6. Экспертное заключение о возможности опубликования.

Название статьи, аннотация, ключевые слова должны быть переведены на английский язык. Также необходима транслитерация фамилии, имени, отчества, которую Вы обычно используете.

Объем статей вместе с иллюстрациями не должен превышать 10 стр.

Оформление статей

1. Текст статьи набирается в редакторе Microsoft Word, поля документа: левое 3 см, остальные – 2,5 см. Шрифт Times New Roman, 11 кегль, одинарный интервал. Страницы нумеруются.

2. В тексте допускаются только общепринятые сокращения слов. Все сокращения в тексте, рисунках, таблицах должны быть расшифрованы.

3. Формулы должны быть набраны в редакторе Microsoft Equation и пронумерованы, если в тексте имеются ссылки на них.

4. При наборе формул и текста латинские буквы выделяют курсивом, а русские, греческие и цифры – прямым шрифтом.

5. Тригонометрические знаки (sin, cos, tg, arcsin и т. д.), знаки гиперболических функций (sh, ch, th, cth и т. д.), обозначения химических элементов (Al, Cu, Na и т. д.), некоторые математические термины (lim, In, arg, grad, const и т. д.), числа или критерии (Re – Рейнольдса и т. д.), названия температурных шкал (°C – градусы Цельсия и т. д.) набирают прямым шрифтом.

6. Физические единицы приводятся в системе СИ.

Графический материал

Рисунки, карты, чертежи предоставляются в электронном и бумажном виде, в цветном и/или черно-белом исполнении. Изображения должны быть четкими, контрастными. Таблицы и схемы должны быть пригодными для правки. Таблицы и схе-

На картах обязательно указывается масштаб. На чертежах, разрезах, картах должно быть отражено минимальное количество буквенных и цифровых обозначений, а их объяснение – в подрисуночных подписях. Ксерокопии и сканированные ксерокопии фотографий не принимаются. Рисунки с нечитаемыми или плохо читаемыми надписями, с подписями «от руки», слишком тонкими линиями не принимаются.

Текст в рисунках, картах, схемах, таблицах должен быть набран шрифтом Times New Roman.

Подрисуночная подпись должна быть набрана 9 кеглем и шрифтом «Times New Roman», экспликация – 8 кеглем, шрифт тот же.

Основной текст в таблице набирается 9 кеглем, шрифт «Times New Roman», шапка таблицы – 8 кеглем, шрифт «Times New Roman».

Редактура и компьютерная верстка *Шориной Э. В.*
Корректор *Пихтовникова О. Г.*

Подписано в печать 5.12.2014. Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 11,9. Тираж 500. Заказ № 11.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55055

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

Отпечатано в типографии
ООО Универсальная Типография «Альфа Принт»
620030, г. Екатеринбург, ул. Карьерная, д. 14